İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YEREL YÖNETİMLERDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN MALİYET ANALİZİ: TÜRKİYE GENELİ VE İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar KAYA

İktisat Anabilim Dalı

İktisat Programı

MAYIS 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YEREL YÖNETİMLERDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN MALİYET ANALİZİ: TÜRKİYE GENELİ VE İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar KAYA

412101017

İktisat Anabilim Dalı

İktisat Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fuat ERDAL

MAYIS 2013

İTÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 412101017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Pınar KAYA,** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"YEREL YÖNETİMLERDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN MALİYET ANALİZİ: TÜRKİYE GENELİ VE İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fuat ERDAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Fuat ERDAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Erişah ARICAN
Marmara Üniversitesi

Öğr. Gör. Dr. Tolga YURET
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 03 Mayıs 2013
Savunma Tarihi : 05 Haziran 2013

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde benimle bilgi, tecrübe ve zamanını paylaşan çok sevgili danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Fuat Erdal'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca eleştiri ve yorumlarıyla bana yeni ufuklar açan çok sevgili hocam Prof. Dr. Erişah Arıcan, Doç. Dr. Başak Yücememiş ve başta Dr. Güçlü Okay olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme, babama ve kardeşime, bu tez süresince bana gösterdikleri sabır ve özveri nedeniyle teşekkürlerimi bir borç bilir, onlarla beraber uzun ve sağlıklı bir ömür dilerim.

Son olarak da bu teze destek veren İTÜ Bilimsel Araştırmaları Destekleme (BAP) birimine teşekkürlerimi sunarım.

MAYIS 2013 Pınar Kaya

(Araştırma Görevlisi)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ iii
İÇİNDEKİLER v
KISALTMALAR vii
ÇİZELGE LİSTESİ ix
ŞEKİL LİSTESİ xi
ÖZET xiii
SUMMARY xv
1. GİRİŞ 1
1.1. Tezin Amacı 1
1.2. Literatür Araştırması 1
1.3. Hipotez 4
2. KATI ATIK YÖNETİMİNE İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE 5
2.1. Katı Atık Tanımı 6
2.2. Avrupa Birliği ve Türkiye' de Atık Yönetim Mevzuatı 6
2.2.1. Türkiye'de Atık Yönetimi Mevzuatı 7
2.2.2. Avrupa Birliği Atık Mevzuatı 12
2.2.3. Türkiye'de Atık Mevzuatı ile AB Direktiflerinin Karşılaştırılması 16
2.3. Türkiye'de Katı Atık Yönetiminde Yetkili Kurum, Kuruluşlar ve Görevleri 20
2.3.1. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı 21
2.3.2. Sağlık Bakanlığı 22
2.3.3. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) 22
2.3.4. İller Bankası 22
2.3.5. Belediyeler 23
2.3.6. Diğer Kurumlar 24
2.4. Katı Atık Yönetiminde Optimal Belediye Büyüklüğü 24
3. KATI ATIK YÖNETİM SÜREÇLERİ 29
3.1. Atık Üretimi 32
3.2. Biriktirme 33
3.3. Katı Atıkların Toplanması 34

3.4. Transfer İstasyonları 37
3.5. Katı Atıkların Bertaraf Edilmesi 39
3.5.1. Kaynağında Azaltma 39
3.5.2. Yakma 40
3.5.3. Termal Gazifikasyon 42
3.5.4. Kompostlaştırma 42
3.5.5. Geri Kazanılabilir Atıkların Toplanması ve Geri Dönüşüm 43
3.5.6. Vahşi Depolama 44
3.5.7. Düzenli Depolama 45
3.5.8. Entegre Katı Atık Yönetimi Sisteminin Verimi 48
4. TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM 49
4.1. İstanbul'da Mevcut Durum 50
5. KATI ATIK YÖNETİMİ MALİYET ANALİZİ: EKONOMETRİK UYGULAMALAR 55
5.1. İstanbul İlçe Belediyeleri Analizi 55
5.1.1. Panel Veri Analizi: Katı Atık Maliyetini Etkileyen Faktörler 55
Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve İstatistiksel Özellikleri 57
Atık Yönetimi Cari Harcamaları 59
Toplam Atık Miktarı 60
Ücretler 63
Benzin Fiyatı 63
5.1.2. Yatay Kesit Analizi: Ölçek Ekonomileri 64
Analizde Kullanılan Değişkenler 65
İstanbul İlçe Belediyeleri Tahmin Sonuçları 66
5.2. Türkiye'deki Tüm İlçe Belediyelerin Maliyet Analizi 69
6. SONUÇLAR 79

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Ortalama maliyet
As	Araç sayısı
AT	Avrupa Topluluğu
ATT	Atıkların Taşınması Tüzüğü
℃	Santigrat
CEC	Avrupa Toplulukları Konseyi
C2H5SH	Etilmerkaptan
C6H6	Benzol
CH4	Metan
CO	Karbonmonoksit
CO2	Karbondiyoksit
ÇTV	Çöp Toplama Vergisi
Değ.	Değişken
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EEC	Avrupa Ekonomik Topluluğu
EKY	Entegre Katı Atık Yönetim
° F	Fahrenhayt
H2	Hidrojen
H2S	Hidrojen sülfür
H9	Enfeksiyon yapıcı tıbbi atıklar
HKS	Hareketli Konteyner Sistemi
İSTAÇ	İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi
KAY	Katı Atık Yönetimi
m3	Metreküp

mc	Marjinal Maliyet
Md.	Madde
oak	Ortalama araç kapasitesi
OTA	Teknoloji Değerlendirme Dairesi
PCB	Poliklorlu bifenil
PCT	Poliklorlu terfenil
PE	Polietilen
PET	Polietilen teraftalat
PP	Polipropilen
PS	Polistiren
PVC	Polivinil Klorür
Q	Atık miktarı
SD	Standart Sapma
SE	Standart Hata
s.	Sayfa
ss.	Sayfalar arası
TC	Toplam maliyet
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USEPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
vb.	ve benzeri
vd.	ve diğerleri
vs.	vesaire
YMÇYP	Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1:1992-2007 Yılları Arasında Gerçekleşen Geri Kazanım Miktarları 11
Çizelge 2.2: Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile önerilen Hedefler.....15
Çizelge 2.3: Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı Kapsamında Temiz (Sürdürülebilir) Üretim İle İlgili Uyum Çalışmaları.....17
Çizelge 4.1: Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesislerinin İşletmeye Girdiği Yıl, Kapasitesi, Yüzölçümü ve Tesise Getirilen Atık Miktarı. 52
Çizelge 5.1: Değişkenler 58
Çizelge 5.2: Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri. 59
Çizelge 5.3: Serilerin Düzey Değerlerinde Birim Kök Test Sonuçları.....59
Çizelge 5.4: 2001-2010 Dönemi İlçe Belediyelerinin Toplam Atık Yönetimi Harcamaları 60
Çizelge 5.5: 2011 Yılı İstanbul İlçe Belediyelerine Ait Atık Yönetimi Faaliyetlerine İlişkin Bilgiler.....61
Çizelge 5.6:Yıllara göre toplanan atık miktarı (ton).....62
Çizelge 5.7: Tahmin Denklemi 1.....64
Çizelge 5.8: Betimleyici İstatistikler.....66
Çizelge 5.9: Tahmin Denklemi 2.....67
Çizelge 5.10:Tahmin Denklemi 3.....68
Çizelge 5.11: Tahmin Denklemi 4: Tüm Belediyeler.....69
Çizelge 5.12: Betimleyici İstatistikler.....71
Çizelge 5.13: Tahmin Denklemi 5: Küçük Belediyeler.....72
Çizelge 5.14: Betimleyici İstatistikler.....74
Çizelge 5.15: Tahmin Denklemi 6: Orta Büyüklükte Belediyeler 74
Çizelge 5.16: Betimleyici İstatistikler.....76
Çizelge 5.17: Tahmin Denklemi 7: Büyük Belediyeler.....76

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Ölçek Ekonomileri ve Ortama Maliyetlerin Seyri. 25
Şekil 3.1: EKY Sisteminin Bileşenleri. 30
Şekil 3.2: Katı Atık Yönetim Sistemi. 31
Şekil 3.3: Evsel Katı Atık Yönetim Süreçleri. 37
Şekil 3.4: Entegre Atık Yönetimi Akış Diyagramı 39
Şekil 3.5: Yakma Tesisi Üniteleri 41
Şekil 3.6: Düzenli Depolama Kesiti. 47
Şekil 5.1: Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri (İstanbul İlçe Belediyeleri) 68
Şekil 5.2: Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri (Tüm Belediyeler) 70
Şekil 5.3: Türkiye genelinde nüfusu 30000'e kadar olan ilçe belediyelerinin tahmin edilen marjinal ve ortalama atık yönetimi maliyet fonksiyonu. 73
Şekil 5.4: Marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları 75
Şekil 5.5: Ortalama ve Marjinal Maliyetler. 78

YEREL YÖNETİMLERDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN MALİYET ANALİZİ: TÜRKİYE GENELİ VE İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ

ÖZET

Küresel ekonomilerde meydana gelen nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşmeyle beraber, ortaya çıkan atık miktarı giderek artmaktadır. Günümüzde artan çevre bilinci ve etkin maliyet yönetim süreçleri karar vericileri, bu atıkların uygun bir şekilde bertaraf edildiği veya tekrar ekonomiye kazandırıldığı atık yönetim sistemlerine yönlendirmektedir. Bu çalışmanın amacı, İstanbul'da ve Türkiye genelinde kentsel katı atıkların toplama maliyetini ekonometrik yöntemler ile analiz etmektir. Bu doğrultuda ilk olarak 2001-2010 döneminde İstanbul ilçe belediyelerinin atık yönetimi maliyetlerini etkileyen faktörler panel veri analizi yöntemi ile tahmin edilmiştir. Sonrasında 2011 yılına ait İstanbul ilçe belediyelerinin atık yönetim maliyet fonksiyonu oluşturularak ölçek ekonomileri araştırılmıştır. Ardından Türkiye genelinde yapılan analiz sonucunda, atık yönetimi açısından belediyeler için optimum ölçek büyüklükleri belirlenmiştir. Son olarak yapılan ekonometrik analiz sonuçları yorumlanarak etkin bir atık yönetim süreci için politika önerileri sunulmuştur.

EMPIRICAL ANALYSIS OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT COSTS: SOME EVIDENCE FROM TURKEY AND ISTANBUL

SUMMARY

The amount of waste has been increasing more and more due to population growth, technological changes, urbanization and industrialization in all global economies. Increasing environmental awareness and efficient cost management processes have directed the policy makers to establish efficient waste management systems dispose or recycle the waste. The main purpose of this study is to analyze the cost of the waste management in the municipalities Istanbul as well as in Turkey by using econometric methods. Initially the main determinants of the cost of waste management are estimated for all the district municipalities of Istanbul for the period 2001-2010 by using panel data analysis. Then, a cost function is estimated and the existence of scale economies is investigated for the district municipalities of Istanbul in 2011. This analysis is repeated for all municipalities in Turkey in order to determine the optimal municipal size in terms of waste management. Finally all empirical results are evaluated to recommend policies for waste management.

1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Bireylerin yaşamı içerisinde bulundukları, sosyal ve ekonomik faaliyetleri neticesinde atıl hale gelen ve akıcı olmayan her türlü madde katı atık olarak tanımlanmaktadır. Katı atıkların meskûn alanlardan uzaklaştırılmasını ve bertaraf edilmesini kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşları üstlenmektedir. Bu kuruluşların başında belediyeler gelmektedir. Belediyeler atıkların bertaraf edilmesini, atık çeşidine göre farklı yöntemlerle gerçekleştirmektedir. Kentsel katı atıkların toplanması ve yok edilmesi, hem maliyet hem de çevresel etkileri bakımından, belediyelerin en önemli görevlerinden birisidir.

Nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşmeyle paralel olarak artan atık miktarı, gerek gelişmiş ülkelerde gerekse de gelişmekte olan ülkelerde katı atık yönetim süreçlerinin önemini giderek arttırmaktadır. Atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi, başta çevre ve insan sağlığı olmak üzere ekonomiyi de yakından ilgilendirmektedir. Ayrıca Türkiye özelinde, AB ile tam entegrasyon süreci doğrultusunda atık yönetimi ile ilgili yasal mevzuatın uyumlaştırılması da en önemli gündem başlıklarından birini oluşturmakta ve gün geçtikçe artan atık miktarı, atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi ile ilgili kamu harcamalarını etkilemektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı, İstanbul'da ve Türkiye genelinde kentsel katı atıkların toplama maliyetini ekonometrik yöntemler ile analiz etmektedir. Bununla birlikte, katı atık yönetiminde ölçek ekonomilerini araştırmak, belediyelerin katı atık ile ilgili hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde yönetimsel açıdan en uygun nüfus büyüklüğünü ortaya çıkarmak ve atık yönetimine ilişkin maliyetleri etkileyen unsurları belirlemek bu çalışmanın amaçları arasındadır.

1.2. Literatür Araştırması

Katı atık yönetim süreçlerinin maliyet yapısı ile ilgili olarak ekonomi literatüründe varolan çalışma sayısı oldukça azdır. Bunun en büyük nedenlerinden biri ise geçmişe

dönük verilerin eksikliğidir. Bu konu ile ilgili literatürdeki ilk ampirik eser Hirsch'in 1965 yılındaki çalışmasıdır (Hirsch, 1965). Amerika Birleşik Devletleri Missouri Eyaletinin St. Louis şehrindeki 24 belediyeye ait veriler ile yapılan çalışmada, atık toplama hizmetlerinin kamu tarafından sunulması ile özel sektör tarafından sunulması arasında maliyet açısından bir fark bulunamamıştır. Hirsch'in maliyet modeli bu güne kadar yapılan birçok çalışmaya örnek teşkil etmiştir. Hirsch'in oluşturduğu maliyet fonksiyonu, miktar, kalite, hizmet koşulları, girdi fiyatları, teknoloji, nüfus yoğunluğu ve finansman gibi değişkenler tarafından belirlenmektedir.

Yine eyaletlerden Montana için Pier vd. (1974)'nin ve Missouri için Collins ve Downes (1977)'un yaptığı çalışmalarda, atık toplama hizmeti sunan kamu ve özel sektör firmaları arasında maliyet açısından bir fark bulunamamıştır (Bel ve Warner, 2008). Connecticut eyaletindeki bir grup şehir için Kemper ve Quigley (1976) tarafından yapılan çalışmada ise özel sektörün daha az maliyetle hizmet verdiği saptanmış fakat veri eksikliğinden dolayı büyük şehirlerin getirdiği ölçek etkisi analize katılamamıştır (Bel ve Warner, 2008). ABD'deki atık toplama hizmetleri ile ilgili yapılmış bir diğer eser de Stevens (1978)'ın 1978 yılında yaptığı çalışmadır. Kamu ve özel sektör olmak üzere atık yönetim hizmeti veren 340 firmanın verileri ile yaptığı çalışmasında Stevens, 50000 kişilik nüfusun altında olan şehirlerde kamu ve özel sektör maliyetleri arasında bir fark bulamazken, nüfusu 50000'nin üstündeki yerleşim yerlerinde monopol firmaların daha az maliyetle hizmet sunduklarını bulmuştur. Bu bulguları, büyük şehirlerde hizmet sağlayan özel sektörün daha büyük araç kullanımı ve bu sayede toplama ekibini küçültmeleri ile açıklanmıştır. Bu farklılıklar şehirlerin boyutları büyüdükçe artmaktadır. Dubin ve Navarro (1988) ise ortalama bertaraf maliyet verileri ile çalışarak atık toplamada ölçek ekonomisini reddederken, nüfus ekonomisinin varlığına işaret etmektedir. Stevens (1978) ve Dubin ve Navarro (1988) piyasa yapısı ve nüfus ekonomileri hususlarının atık bertaraf maliyetleri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Her iki çalışmada da atık toplama hizmetlerini kendi yöneten belediyeleri kamu monopolü, yerel otorite tarafından hizmetin sözleşme ile özel bir firmaya gördürülmesi özel monopol ve her hane halkının kendi servis sağlayıcısını seçmesi ve bedelini ödemek karşılığında özel bir anlaşmayla çöplerini toplattırması rekabetçi piyasa olarak tanımlanmıştır. Bu araştırmacılar, kamu monopolü ve özel monopol şirketlerin rekabetçi firmalara göre

daha düşük toplama maliyetleri ile karşılaştıklarını vurgulamışlardır. Dubin ve Navarro (1968) özel monopol firma şeklindeki sözleşmeli firmaların daha düşük maliyetle hizmet sunduklarına işaret etmiştir. Stevens (1978) özel monopol şirketlerin kamu tekelinden daha düşük maliyetler ile hizmet sunduklarını fakat bu farkın nüfusu 50000'in üstündeki yerleşim yerlerinde daha yüksek anlamlılık düzeyinde sonuç verdiğini bildirmiştir. Nüfus ekonomisi ile ilgili ampirik bulgular her iki çalışmada farklı sonuçlar göstermektedir. Stevens (1978), 340 yerleşim yerinin verileri ile oluşturduğu ampirik çalışmasında nüfus ekonomisinin varlığına ilişkin anlamlı bir sonuç bulamazken, Dubin ve Navarro (1988), 261 şehrin verileri ile oluşturdukları maliyet fonksiyonu modeline piyasa yapısı etkisinin de dahil edilmesi sonucunda nüfus ekonomisinin varlığına ilişkin anlamlı sonuçlar bulmuşlardır. Hem Stevens (1978) hem de Dubin ve Navarro (1988) nüfusu 20000'nin altındaki yerleşim yerlerinde ölçek ekonomisine rastlamışlardır. Stevens (1978) nüfusu 50000'nin üstündeki yerleşim yerlerinde ölçeğe göre sabit getirilere işaret etmiştir. Bununla birlikte, toplama mevki ve toplama sıklığı da atık yönetim maliyetlerini etkileyen literatürdeki önemli değişkenlerdendir. Dubin ve Navarro (1988) da, Stevens(1978) gibi çöp toplama sıklığının maliyetleri arttıran önemli bir değişken olduğunu bulmuşlardır. Rekabet koşulları da maliyeti belirleyen temel göstergelerdendir. İngiltere için yapılan çalışmalara bakıldığında; Domberger vd. (1986)'nin, 305 belediyenin 1983 ile 1985 yılları arasındaki verileri ile yaptığı çalışmada, kamunun maliyetlerinin nispeten yüksek olduğu saptanmıştır (Bel ve Warner, 2008). Szymanski ve Wilkins (1993)'de 1984 – 1988 dönemi için benzer sonuçları bulmuşlardır. Araştırmacılar, hizmet sözleşme ile piyasa firmalarına gördürüldüğünde ilk yıl %20 tasarruf sağlandığını fakat anlaşmalı tarafın ileriki yıllarda yaptığı pazarlıklar nedeniyle bu tasarrufların 2 yıl içinde yok olduğunu belirtmektedir (Bel ve Warner, 2008).

Yakın zamanda atık toplama üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında maliyetler bakımından bir fark görülmemektedir. Callan ve Thomas (2001), Massachusetts belediyeleri için yaptıkları çalışmalarında, hizmetin hangi formda yapıldığının maliyetler üzerinde bir önemi olmadığını bulmuşlardır. Ohlsson (2003)'nun İsveç'teki 115 kentin verilerini kullanarak yaptığı çalışmasında özel sektörün, yüksek girdi ve sermaye maliyetleri ile karşı karşıya kaldığını ve bu nedenle nispeten daha fazla maliyetle hizmet sunduğunu belirtmektedir. Dijkgraaf ve Gradus (2003)

Hollanda için yaptığı çalışmada, rekabetçi bir ortamda sözleşme usulü ile hizmet sunan özel sektörün veya kamunun katlandıkları maliyetler arasında bir farka rastlanmamıştır. Bel ve Costas (2006)'ın İspanya'nın 186 yerleşim yeri ile oluşturdukları çalışmada, yakın zamanda özelleştirilen şehirlerde sunulan hizmet maliyetinde tasarruf sağlanırken, daha önceki yıllarda özelleştirilen şehirlerde maliyette bir tasarruf sağlanamadığını, zamanın maliyetten sağlanan tasarrufları aşındırmasının sebebinin ise, bu alanda yapılan düzenleyici devlet müdahaleleri olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmasında zamanın maliyetten sağlanan tasarruflar üzerindeki etkisinden bahseden Dijkgraaf ve Gradus (2008) da bunun devletin düzenleyici müdahalelerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

1.3. Hipotez

Atık yönetimlerinin artan önemi doğrultusunda çalışmanın hipotezi şu sorguları kapsamaktadır:

- Katı atık yönetiminde ölçek ekonomilerinden söz edilebilir mi?
- Optimum nüfus büyüklüğü ne olmalıdır?
- Atık toplama maliyetlerini etkileyen faktörler nelerdir?

Bu sorulara cevap teşkil etmek üzere hazırlanan çalışmanın ilk bölümünde kavramsal çerçeve tanıtılarak ilgili Türkiye ve AB yasal mevzuatı incelenecek, katı atık yönetimindeki paydaşlar tanıtılacak ve bu süreçteki sorumlulukları irdelenecek ve yurtdışındaki katı atık yönetimi örnekleri incelenecektir. Sonraki bölümde ise, katı atıklar, katı atık yönetimi ve katı atıkların toplama ve bertaraf yöntemleri hakkında, belediyeler bazında ayrıntılı bilgiler derlenecek, üretilen katı atık miktarı ve bunu etkileyen faktörler ortaya çıkarılacaktır. Bu doğrultuda ilk olarak 2001-2010 döneminde İstanbul ilçe belediyelerinin atık yönetimi maliyetlerini etkileyen faktörler panel veri analizi yöntemi ile tahmin edilecektir. Sonrasında 2011 yılına ait İstanbul ilçe belediyelerinin atık yönetim maliyet fonksiyonu oluşturularak ölçek ekonomileri araştırılacaktır. Ardından Türkiye genelinde yapılan analiz sonucunda belediyeler için optimum ölçek büyüklükleri belirlenecektir. Son olarak yapılan ekonometrik analiz sonuçları yorumlanarak etkin bir atık yönetim süreci için politika önerileri sunulacaktır.

2. KATI ATIK YÖNETİMİNE İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

İnsanoğlu var olduğundan beri tabiatı kendisine verilen bir armağan olarak görmüş ve onu sınırsızca kullanma hakkına sahip olduğunu düşünmüştür. Günümüze kadar oluşturulan ekonomi politikalarında, milli gelir hesaplarına dahi katılmayan doğal kaynaklar serbest bir mal olarak değerlendirilmiştir. Oysaki doğal kaynaklar sanıldığının aksine sonsuz miktarda var olmamaktadır ve tabiatın kendini yenileme kapasitesi sınırlıdır. Kaynakların dünya ölçeğinde sorumsuzca kullanılmasını ve gelecek nesillerin varlıkları üzerinde bugün haksız bir pay sahibi olunmasını engellemek amacıyla, sürdürülebilir kalkınma için doğanın ekonomik değerini hesaba katacak yeni politikaların ortaya konması bir zorunluluk arz etmektedir.

Çevre bilincinin geliştirilmesi, sürdürülebilir kalkınmada öncelikli konuların başında gelmektedir. Sanayileşmenin plansız gelişimi, hızlı nüfus artışı ve çarpık kentleşme çevre sorunlarının artmasına ve çevre kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşmeyle paralel olarak ortaya çıkan atık miktarında da artış görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde belediyelerin ürettiği atık miktarı 1990 yılında 160 milyon ton iken, 2000 yılında yaklaşık iki katı kadar artarak 332 milyon tona ulaşmıştır. 2025 yılında kentlerin ortaya çıkaracağı atık miktarının ise bugünün beş katı kadar olacağı tahmin edilmektedir (Subhash, 2010). Artan atık miktarı ise; atıksız veya olabildiğince az atıklı üretimi, atıkların geri kazanılmasını ve nihayet atıkların ekonomi ve çevre açısından en uygun şekilde bertaraf edilmesini gerektirmektedir. Diğer bir deyişle, katı atık yönetimi; kıt olan enerji, hammadde gibi doğal kaynakların maksimum verimi sağlayacak şekilde kullanılmasını, az atıklı üretimin desteklenmesini, atıkların geri kazanımını ve yeniden kullanımını, hava, su, toprak ve canlılara zarar vermeden bertaraf edilmesinin gerçekleştirilmesini amaçlayan toplama, taşıma, geri kazanım ve bertaraf işlemlerinin tümüdür. Farklı bir ifade ile atık yönetimi, evsel, tıbbi ve tehlikeli ve tehlikesiz atıkların minimizasyonu, kaynağında ayrı toplanması, depolanması, gerekli olduğu durumda atıklar için aktarma merkezleri oluşturulması, atıkların taşınması,

geri kazanılması, bertaraf edilmesi, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi ile kapatma, kapatma sonrası bakım, izleme-kontrol süreçlerini içeren bir yönetim biçimidir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2008–2012). Dolayısıyla atık yönetimi, hem teknik hem ekonomik hem de sosyal bilimler ile çok yönlü ilişkiler içerisinde olan önemli bir faaliyet dalıdır. Atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi başta çevre ve insan sağlığı olmak üzere ekonomiyi de yakından ilgilendirmektedir. Zaman ve kaynakların daha verimli kullanılması için ekonomik olarak etkin bir katı atık yönetimi gerçekleştirilmelidir.

2.1. Katı Atık Tanımı

Katı atıklar, her türlü varlığın faaliyeti sonucunda oluşan, istenmeyen ve üreticisi tarafından herhangi bir amaçla kullanılamayan, atıl hale gelen katı maddelerdir. 14.03.1991 tarihli Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde katı atık; ''Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru'' olarak tanımlanmıştır (T.C. Resmi Gazete, 14.03.1991). Bu tanım kapsamında, buzdolabı, çamaşır makinesi, koltuk gibi evsel nitelikli eşyalardan oluşan ve kullanılmayacak durumda olan çoğunlukla iri hacimli atıklar iri katı atık olarak tanımlanmıştır. Konutlardan atılan, tehlikeli ve zararlı atık kavramına girmeyen, bahçe, park ve piknik alanları gibi yerlerden gelen katı atıklar evsel katı atık (çöp) olarak tanımlanırken; evsel ve evsel nitelikli endüstriyel atık suların, fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemleri sonucunda ortaya çıkarttığı suyu alınmış ve kurutulmuş çamur ise arıtma çamuru olarak değerlendirilmiştir.

2.2. Avrupa Birliği ve Türkiye' de Atık Yönetim Mevzuatı

Çevresel sorunların fazlasıyla yaşandığı, yerkürenin neredeyse tüm katmanlarının kirlilikten nasibini aldığı ve bu kirlilik neticesinde küresel ısınmanın yaşamsal tehlikenin sınırlarını zorladığı bir zaman diliminde, çevreyi korumaya ve tahribatı en aza indirmeye yarayan tüm önlemlerin alınması, hem şimdiki hem de gelecek nesiller için büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çevresel konuların başında gelen atık yönetimi sürecinin yol açabileceği tehditlere karşı alınacak önlemler, tüm dünya için büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda gelişmiş pek çok ülkede çevre bilincinin de gelişimi ile geçmiş yıllarda alınan tedbirler genişletilmiş, teknolojinin ve beraberinde

gelişen yönetim süreçlerinin gereksinimlerini karşılayabilme doğrultusunda yeni yasal düzenlemelere gidilmiştir.

Ülkemiz de Avrupa Birliği'ne giriş sürecinde, Birliğin kararlaştırdığı direktiflerin, yasalarımızla uyumlaştırılması amacıyla gerekli yasal mevzuat oluşturulmaktadır.

2.2.1. Türkiye'de Atık Yönetimi Mevzuatı

Ülkemizde kentsel katı atıklarla ilgili mevzuat çok eskilere dayanmaktadır. Mevcut katı atık mevzuatı doğrultusunda; evsel katı atıklar için Belediye Başkanlıklarından, tehlikeli atıklar ve tıbbi atıklar için Çevre ve Orman Bakanlığı ile İZAYDAŞ'tan, atık yağlar için Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan görüş alınabilmektedir. Zamanla değişen ihtiyaçlara göre kanun ve yönetmelikler çıkarılmıştır. Bunlardan en önemlileri;

- 1580 Sayılı Belediyeler Kanunu 14.04.1930
- 1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu 06.05.1930
- 2709 Sayılı Türkiye Cumhuriyeti Anayasası 09.11.1982
- 2872 Sayılı Çevre Kanunu 11.08.1983
- 3030 Sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu 09.07.1984
- 2464 Sayılı Belediye Gelirleri Yasası 15.07.1993
- 3914 Sayılı Belediye Gelirleri Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun 04.07.1993
- 5215 Sayılı Belediye Kanunu 9.07.2004

Çevrenin korunmasına dair hususlar, 09.11.1982 tarih ve 2709 sayılı yasa olan T.C. Anayasası'nda da bulunmaktadır. Özellikle Yasanın 56. maddesinde yer alan "her vatandaşın sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşamını sürdürme hakkına sahip olması" ibaresi son derece önemlidir. Bu maddenin devamında, "sağlıklı bir çevrenin geliştirilmesi, çevrenin korunması ve kirlenmesinin engellenmesi Devlet'in ve vatandaşın görevidir" ifadesi yer almaktadır.

Bir diğer önemli yasa ise, 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'dur. Bu yasa oldukça eski olmasına rağmen atıkların toplanmasına ve depolanmasına, halk sağlığının korunması için gerekli önlemlerin alınmasına, yeni yerleşim alanlarının açılmasına ve kentsel gelişmelere dair hükümler taşıması ve bu konularda kamu

kuruluşları ve belediyeler arasında görev ve yetki dağılımına ilişkin düzenlemeler içermesi bakımından önem teşkil etmektedir.

1580 sayılı Belediyeler Kanunu ile Türkiye'de 2000'nin üzerinde nüfusa sahip her yerleşim yerinde belediye kurulması öngörülmektedir. Bu yasa, katı atıkların bertaraf edilmesine ilişkin hükümler içermekle birlikte, yasa ile belediyelere halk sağlığının korunması ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi hususunda görevler yüklenmektedir. Atıkların toplanması, geri kazanılması, depolanması ile sokak ve caddelerin temizlenmesi belediyelerin görevleri arasında yer almaktadır. Ancak kanun, tehlikeli ve zararlı atıklar için herhangi bir hüküm getirmemektedir. Bu yasa 1984 yılına kadar geçerliliğini sürdürmüştür. Ancak yoğun kentleşme sonucu zamanla nüfusu 1 milyonun üzerine çıkan kentlerin oluşması neticesinde bu büyük merkezler için standart belediye yönetim modeli yetersiz gelmeye başlamış ve 1984 yılında büyükşehir belediyeleri düzenlemesine ilişkin 3030 sayılı yasa yürürlüğe konmuştur. Bu yeni yasal düzenlemeyle, atık hizmetlerine ilişkin alt yapı tesislerinin yapımı ve işletilmesi, özellikle düzenli atık depolama sahalarının ve atık işleme tesislerinin kurulması, Büyükşehir Belediyeleri yetkisine verilmiştir. Buna karşılık, atıkların toplanması ve taşınmasına ilişkin hizmetler, ilçe belediyelerinin yükümlülüğü altındadır.

2464 sayılı Belediye Gelirleri Yasası, verilen yerel hizmetler karşılığı alınacak ücretleri ve vergi gelirlerini kapsamaktadır. Vergi gelirleri ile ilgili diğer bir yasa da, 3914 sayılı Belediye Gelirleri Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Yasa'dır (T.C. Resmi Gazete, 24 Haziran 1993). Bu yasa ile "Çevre ve Temizlik Vergisi'nin toplanması karara bağlanmış olup, buradan edinilen gelirler ile belediyelerin katı atık ve atık su bertaraf hizmetleri ile cadde ve sokak temizlik giderlerini karşılamaları hedeflenmiştir. Daha önceden belediye bütçesinden karşılanan bu hizmet giderleri yasanın yürürlüğe girmesinin ardından bu gelirlerle karşılanmaya başlanmıştır. Ancak vergiden elde edilen gelirler, atıkların toplanması, taşınması ile cadde ve sokakların temizlenmesine yönelik hizmetleri tam anlamıyla karşılayamadığı görülmektedir. (T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 2006).

Aynı yasa, ilçe belediyelerince toplanan Çevre Temizlik Vergisi'nin % 10'una karşılık gelen tutarın Çevre Kirliliğini Önleme Fonu'na aktarılmasını, % 20'sine karşılık gelen kısmının ise çöp imha tesislerinin kuruluş ve işletmelerinde

kullanılmak üzere büyükşehir belediyelerine aktarılmasını öngörmektedir (T.C. Resmi Gazete, 24 Haziran 1993).

Çevre ve atık yönetimine ilişkin bu düzenlemelerin dışında, bağlayıcı nitelik taşıyan yönetmelikler ve yasa hükmünde olan uluslararası anlaşmalar da bulunmaktadır.

2872 sayılı Çevre Yasası kapsamında bazı ekolojik düzenlemelerin dışında "kirleten öder" ilkesinden hareketle yaptırımlara ilişkin düzenlemeler, cezalar ve ücretler ile "Çevre Kirliliğini Önleme Fonu" yönetimi yer almaktadır. Bu fondan % 45 oranında çevre yatırımlarının karşılanması amaçlanmaktadır.

Katı atıkların yönetimi konusunda hükümler içeren ve Çevre Kanunu uyarınca yürürlüğe konmuş bulunan yönetmelikler ise şunlardır:

- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (1991)
- Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği (1993)
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik (2004)
- Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (2004)
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2005)
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2005)
- Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2005)
- Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (1986) ve Su Kirliliği Kontrolü
- Yönetmeliği (2004)
- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (2006)
- PCB ve PCT'lerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik (2007)
- Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik (2008)
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (2008)
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (2008)
- Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (2009)
- Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (2010)

- Atıkların Yakılmasına İlişkin (2010)
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2011)

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girdikten sonra çeşitli tarihlerde değişikliğe uğramıştır. Yönetmelik, meskûn bölgelerde evlerden atılan evsel katı atıkların, park, bahçe ve yeşil alanlardan atılan bitki atıklarının, iri katı atıkların, zararlı atık olmamakla birlikte evsel katı atık özelliklerine sahip sanayi ve ticarethane atıklarının, evsel atık su arıtma tesislerinden elde edilen (atılan) arıtma çamurlarının ve zararlı atık sınıfına girmeyen sanayi arıtma tesisi çamurlarının, toplanması, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi, bertaraf edilmesi ve zararsız hale getirilmesine ilişkin hususları kapsamaktadır.

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği özellikle sıvı gıda ve temizlik ürünü ambalajlarının geri kazanımı çalışmalarının resmi kayıtlara alınması ve geri kazanım sektörünün endüstri kuruluşları tarafından dolaylı olarak teşvik edilmesini sağlamıştır. Yönetmelik kapsamında sadece 17 kalem gıda ve temizlik ürününe ait, kompozit içecek kutuları, plastik, metal ve cam ambalajlar yer almıştır. Bu ambalajların, kota oranları doğrultusunda toplatılması ve geri kazanılması, bazı ambalajlarda bu ürünleri piyasaya sürenler, bazı ambalajlarda ise üreticiler tarafından yapılması öngörülmüştür. Çizelge 2.1'de bu yönetmelik doğrultusunda yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.1:1992-2007 Yılları Arasında Gerçekleşen Geri Kazanım Miktarları

YILLAR	Piyasaya Sürülen Ambalaj Miktarı (Ton)	Hedef (Ton)	Geri Kazanılan Ambalaj Atığı Miktarı (Ton)
1992	128.482	30.969	60.634
1993	143.192	47.628	72.704
1994	174.571	75.620	58.799
1995	187.654	80.846	55.818
1996	223.015	89.931	71.221
1997	251.444	92.777	98.525
1998	287.405	94.334	91.232
1999	328.070	106.136	92.409
2000	335.231	107.488	110.558
2001	347.382	100.061	117.943
2002	366.875	106.005	130.525
2003	401.646	123.284	123.740
2004	440.826	137.192	136.120
2005	1.496.316	198.804	718.392
2006	1.474.829	219.206	1.378.412
2007	1.712.585	532.776	2.472.325

Kaynak: Atık Yönetimi Eylem Planı, Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2008–2012, s.18.

Çevre Kanunu'nun öngördüğü "kirleten öder" prensibi doğrultusunda ekonomik araçların kullanılması sağlanırken, özellikle ambalaj üreticileri ve dolumcuları bazında özel sektöre çeşitli sorumluluklar verilmiştir. Bu uygulama ile plastik (PET, PVC, PS, PE, PP), metal (çelik, alüminyum), lamine karton kutu ve cam ambalajlara

bazı sıvı gıda ve temizlik ürünlerini dolum yapan veya ithal eden işletmelere, bu ürünlerin boş ambalajlarını geri toplama ve değerlendirme yükümlülüğü getirilmiştir.

2.2.2. Avrupa Birliği Atık Mevzuatı

Avrupa Birliğinin atık yönetim gereklilikleri, atık önleme girişimleri, kaynakların daha iyi kullanılması ve sürdürülebilir bir tüketim alışkanlığının teşvik edilmesi amacı ile ortaya çıkan atığı önemli ölçüde azaltarak bu atığı geri dönüşümünü amaçlamaktadır. AB'nin atık yönetimi politikası Atık Yönetimi Topluluk Stratejisinde ortaya konulmuştur. Buna göre atık yönetimi konusunda yedi üst ilke belirlenmektedir:

- Atık yönetimi hiyerarşisi (önleme, geri kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, güvenli bertaraf)
- Topluluk seviyesinde kendine yeterlilik
- Aşırı masraflara neden olmayan "En İyi Mevcut Tekniklerin" kullanımı
- Yakınlık ilkesi (atıkların üretildiği yere yakın bir yerde işlenmesi)
- İhtiyatlılık ilkesi
- Üreticinin sorumluluğu (tasfiyenin çevresel etkisini en aza indirmek amacıyla ürünlerin faydalı ömürlerinin sonunda ürünlere yönelik yükümlülük)
- Kirleten öder ilkesi

AB Çevre Faslının on beş ayrı mevzuattan oluşan Katı Atık Sektörü kapsamında öncelikli olarak on bir mevzuatın uyumlaştırılması öngörülmektedir (Çevre Koruma Dairesi). Bu direktifler:

2008/98/AT sayılı Atık Çerçeve Direktifi

Geçmiş dönemde üç ayrı Direktif olan 2006/12/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi, 91/689/EC sayılı Tehlikeli Atıklar Direktifi ve 75/157/EC sayılı Atık Yağlar Direktifi, 2008/98/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi ile birleştirilmiş ve Avrupa Birliği'nin atık yönetimi stratejisi belirlenmiştir. Direktif, çevreyi ve insan sağlığını korumak, atık oluşumunun ve yönetiminin neden olabileceği tehlikeli etkileri azaltmak veya önlemek, kaynak kullanımının tüm etkilerini azaltmak ve kaynakların kullanımında etkinlik sağlamak üzere üye devletlerin üzerine düşen görev ve sorumlulukları vurgulamaktadır(The European Parliament and the Council of the European Union, 19 Kasım 2008). Bu mevzuat ile

geri kazanıma daha fazla önem verilmesi ve AB atık müktesebatının basitleştirilmesi hedeflenmiş ve yaşam döngüsü kavramı fiiliyata geçirilmiştir.

2006/12/AT sayılı Atık Çerçeve Direktifi

Avrupa Parlamentosu'nun 5 Nisan 2006'da atık üzerine oluşturduğu direktif, topluluk için atık ile ilgili yasal mevzuatı belirlemektedir. 2006/12/EC kodlu bu direktif atık önleme, geri kullanım, geri kazanım ve enerji kazanımı gibi katı atık yönetimi ile ilgili temel gereksinimleri ve buna ek olarak atıkların taşınması veya tesis inşası konularında üye devletlerin atık yönetim planları hazırlamaları gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu direktif çevreye veya insan sağlığına karşı oluşabilecek tehditleri önlemek amacıyla, kirleten öder prensibi ile atık bertaraf maliyetinin atığı üretene yansıması gerekliliğini savunarak, atık yönetimi hiyerarşisinin yerine getirilmesinin sağlanması amacı ile temel kuralları ve yükümlülükleri ortaya koymaktadır(The European Parliament and the Council of the European Union, 19 Kasım 2008).

91/689/AET sayılı Tehlikeli Atıklar Direktifi

12 Aralık 1991 tarihinde oluşturulan 91/689/EEC sayılı Konsey Direktifi tehlikeli atık işleme hakkında, 75/442/EEC sayılı direktifte bahsedilen geçersiz bazı hükümleri çıkarmak ve metnin netliğini iyileştirmek için değişiklik yapılması gerektiğini belirtmektedir (The Council of The European Communities, 12 Aralık 1991). Direktifin amacı üye ülkelerde eski atık direktifi kapsamında yönetilen tehlikeli atıkların kontrol yönetimi yasalarını birbirine yakınlaştırmaktır. Bu bağlamda, değişik kategorilerdeki tehlikeli atıkların birbirileri ile ve tehlikeli olmayan atıklarla karışmasının engellenmesi için gerekli önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

İlgili Direktif, çevresel etiketleme kriterlerinin geliştirilmesi, ürünlerin hammaddelerinin, üretim proseslerinin, ekipmanlarının, vb. değiştirilmesi ya da yeniden tasarlanması gibi "beşikten mezara" kontrol ve izleme yöntemlerinin aracılığıyla çevresel etkilerinin önlenmesi ve azaltılması amacıyla yetkili makamların tehlikeli atık yönetim planı hazırlaması gerekliliğinden söz etmektedir.

(AT) 1013/2006 sayılı Atıkların Taşınması Tüzüğü

Çerçeve kurallar ile ilgili bir diğer direktif ise atıkların hem ülke sınırları içinde, hem de AB içerisinde taşınması ile ilgili ilkeleri ve kuralları düzenlemektedir. Atıkların sınır ötesi taşınması sırasında gözetleme ve denetleme şartlarını düzenleyen kontrol sistemi işlerliğe konmuştur. Tüzük, tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıkları da kapsamaktadır. AT hükümleri, AB üye ülkelerinin ulusal kanunlarına ilave edilmeden direkt olarak uygulanabilmektedir. Ancak hükümler ile yerel kanunların çakıştığı bazı durumlarda hükümlerin geçerliliğinin sağlanması gerekmektedir (Baehr & Ertük , 2009).

99/31/AT sayılı Düzenli Depolama Direktifi

Atık bertaraf metotlarından biri olan düzenli depolama ile ilgili direktif, düzenli depolama sahasının ömrü boyunca, çevreye (yüzey ve yeraltı suları, toprak, hava) ve insan sağlığına olması muhtemel olumsuz etkilerini önlemek veya azaltmak amacıyla gerekli düzenlemelerin yapılmasını hedeflemektedir. Düzenli depolama tesislerini atık türlerine göre, tehlikeli olmayan, tehlikeli ve inert (fiziki değişmeye müsait olmayan durağan atıklar) olarak sınıflandırmakta ve her sınıf için teknik ölçütler vermektedir. Depolama sahasına giden biyolojik olarak ayrıştırılabilir evsel atığın 2016 yılında 1995'deki toplam üretimin % 35'ine düşürülmesi hedeflenmektedir. Türkiye de Düzenli Depolama alanındaki düzenlemeler genel olarak; 14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında ele alınmaktadır. Söz konusu direktif esas alınarak hazırlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

75/439/AET sayılı Atık Yağlar Direktifi

Atık yağların çevreye en az zarar vererek veya zarar vermeyerek toplanması, arıtılması, depolanması ve bertaraf edilmesi için gerekli düzenlemeleri içermektedir. Bu tip faaliyetlerin kaydı, izin prosedürleri ve takibi için neler yapılması gerektiğini kapsamaktadır (The Council of the European Communities, 1975).

94/62/AT sayılı Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi

Direktifin amacı, ambalaj atıklarının çevre üzerindeki etkilerini azaltmak, AB içerisindeki iç pazarı çalıştırmak, ambalaj atığı oluşumunu engelleyecek önlemler

almak, geri dönüşüm, toplama ve yeniden kullanım, geri kazanım için gerekli sistemleri kuracak düzenlemeleri getirmek ve atık yönetimi hiyerarşisini bu tip atıklar üzerinde uygulamaktır. Söz konusu direktif esas alınarak ülkemizdeki uygulamalar için hazırlanan Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile önerilen hedefler Çizelge2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2: Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile önerilen Hedefler

Ambalajın Cinsi	Geri Kazanım Oranı (%)		
	AB 2008	TÜRKİYE 2008	TÜRKİYE 2014
CAM	60	40	60
KÂĞIT	60	38	60
KARTON	50	38	60
PLASTİK	22,5	40	60

Kaynak: 30 Temmuz 2004 tarihli, 25538 sayılı Resmi Gazete de yayınlanarak yürürlüğe giren Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Yönetmeliği

2006/66/AT sayılı Atık Piller ve Akümülatörler Direktifi

Bazı tehlikeli maddeler içeren pil ve akümülatör atıklarının bertaraf yöntemlerini belirlemektedir. Üye devletler, bu malzemelerdeki ağır metal miktarını azaltmak için plan ve programlar yapmaktadır.

96/59/AT sayılı PCB'ler ve PCT'ler Direktifi

Çevreye ve halk sağlığına olumsuz etkiler yaratabilecek, yapımlarında poliklorlu bifenil ve poliklorlu terfenil içeren atıkların yönetilmesini içermektedir. PCB ve PCT içeren aletlerin atılma yöntemlerini ve kullanılmış PCB ve PCT'lerin bu maddelerden arındırılarak bertaraf edilme yöntemlerini belirlemektedir.

2000/53/AT sayılı Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi

Direktifin amacı, ömrünü tamamlamış araçların çevreye zararını en aza indirmektir. Direktif ayrıca ömrünü tamamlamış araçların bertaraf edilmesini azaltmayı ve bu

konuda faaliyet gösteren işletmelerin çevresel performansını artırmayı hedeflemektedir. Üretici sorumluluğu ilkeleri de bu direktif içerisinde yer almaktadır.

2000/76/AT Atıkların Yakılmasına İlişkin Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi

Daha önce Avrupa Birliğinde Kentsel Atıkların Yakılmasıyla ilgili iki direktif (yeni Kentsel Katı Atık Yakma Tesisleri Direktifi 89/369/EEC (CEC 1989a) ve mevcut tesisler için Direktif89/429/EEC (CEC 1989b)) ve Tehlikeli Atıkların Yakılmasıyla ilgili 94/67/EC (CEC 1994) Direktifi bulunmaktaydı. Daha sonra, bu Direktifler birleştirilmiş ve yeni Atık Yakma Direktifi 2000/76/EC (CEC 2000 a) yürürlüğe girmiştir. Bahsi geçen direktif atıkların yakılması sırasında uyulması gereken esaslar ve limit değerleri belirlemektedir. Bu değerler:

- En düşük yakma sıcaklığının 850°C,
- %1'den fazla halojenli organik içeren maddelerde ise 1100 °C ve alıkoyma süresinin en az iki saniye olması şeklindedir (Doğru, 2011).

Söz konusu direktif esas alınarak hazırlanan Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik 2010 yılında Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

2.2.3. Türkiye'de Atık Mevzuatı ile AB Direktiflerinin Karşılaştırılması

Türkiye'de Katı atık Mevzuatı, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın sorumluluğunda yürütülmekte olup bu konudaki AB Mevzuatı ile uyumlaştırılarak revize edilen ve yeni çıkarılan Türkiye mevzuatı Çizelge2.3'de verilmektedir.

Çizelge 2.3: Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı Kapsamında Temiz (Sürdürülebilir) Üretim İle İlgili Uyum Çalışmaları

Yürürlükteki AB mevzuatı	Taslak Türk mevzuatı	Kapsam	Sorumlu kurum	Yayım tarihi
2006/12/AT sayılı Direktif	Ulusal Atık Yönetimi Planı	AB mevzuatına uygun olarak Avrupa Komisyonu Çevre Genel Müdürlüğü'nce Mayıs 2003'te yayınlanan "Atık Yönetim Planı Hazırlanması-Metodolojik Kılavuz"unda belirtilen formatta ulusal veya bölgesel/yerel atık yönetim planı hazırlama konusunda tecrübeli uzman/uzmanlarca, atık yönetim planları ile ilgili daha önce yapılmış çalışmaların çıktılarının ve bazı Üye Devletlerin atık yönetim planlarının incelenip gözden geçirilmesini müteakip "Atık Yönetim Planı Hazırlanması-Metodolojik Kılavuz"una uygun olarak ülkemiz için ulusal ve bölgesel/yerel atık yönetim	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009
2002/96/AT sayılı Direktif	Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği	Elektrikli ve elektronik eşya atıklarının geri dönüşümü, geri kazanımı ve bertarafının sağlanması	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009
2006/21/AT sayılı Direktif	Maden Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	Madenlerin doğal ortamdan çıkarılması sırasında ortaya çıkan hafriyat toprağı, bitkisel toprak, pasa ve madenin ekonomiye kazandırılması amacıyla işlenmesi sürecinde meydana gelen atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde atık üretiminin önlenmesi, azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralların düzenlenmesi	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009

Çizelge 2.3 (devam): Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı Kapsamında Temiz (Sürdürülebilir) Üretim İle İlgili Uyum Çalışmaları

Yürürlükteki AB mevzuatı	Taslak Türk mevzuatı	Kapsam	Sorumlu kurum	Yayım tarihi
1999/31/AT sayılı Direktif	-Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik - Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik - Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik	Atık depolama alanlarının insan sağlığına zarar vermesine, sera etkisi yaratmasına, yer altı sularını ve akarsuları kirletip hava kirliliğine sebep olmasına engel olunması veya etkilerinin azaltılması	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009
1999/31/AT sayılı Direktif	Düzenli Depolama Yönetmeliği	Atık depolama alanlarının insan sağlığına zarar vermesine, sera etkisi yaratmasına, yer altı sularını ve akarsuları kirletip hava kirliliğine sebep olmasına engel olunması veya etkilerinin	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009
67/548/AET sayılı Direktif	Tehlikeli Madde ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik	Piyasaya arz edilen tehlikeli maddelerin ve müstahzarların insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerine karşı etkin kontrolünü ve verimli gözetimini sağlamak üzere sınıflandırılmasına, etiketlenmesine ve ambalajlanmasına ilişkin idari ve teknik usul ve esasların düzenlenmesi	Çevre ve Orman Bakanlığı	2009
2001/42/AT sayılı Direktif	Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) Yönetmeliği	Çevreyi korumak ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak üzere çevre üzerinde önemli etkiler yapması muhtemel plan ve programların hazırlanması aşamasında, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin entegre edilmesi	Çevre ve Orman Bakanlığı	2010

Çizelge 2.3(devam): Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı Kapsamında Temiz (Sürdürülebilir) Üretim İle İlgili Uyum Çalışmaları

Yürürlükteki AB mevzuatı	Taslak Türk mevzuatı	Kapsam	Sorumlu kurum	Yayım tarihi
2004/35/AT sayılı Direktif	Çevresel Sorumluluk Hakkında Kanun	"Kirleten öder" ilkesine dayalı olarak, faaliyetleri çevresel zarara sebep olan işletenlerin bu zararın iyileştirilmesinden mali olarak sorumlu tutulması, bu konuda mevzuatımızda bulunan çeşitli hükümlerin bir araya getirilmesi ve ilave hükümler konulması	Çevre ve Orman Bakanlığı Adalet Bakanlığı	2011 sonrası
2006/66/AT Sayılı Direktif	Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik	Çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek özelliklere sahip pil akümülatörlerin üretiminin sağlanmasına ve bu ürünlerin doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortama verilmesinin önlenmesine, atık pil ve akümülatörlerin geri kazanım veya nihai bertarafı için toplama sisteminin kurulmasına ve yönetim planının oluşturulmasına ilişkin prensip, politika ve programların düzenlenmesi Pil ve akümülatör ürünlerinin işaretlenmesine, etiketlenmesine, üretiminde ve ithalatında yasaklama ve sınırlamalara, atık pil ve akümülatörlerin evsel atıklardan ayrı olarak toplanmasına, taşınmasına, geri kazanılmasına ve bertarafına ilişkin hükümler getirilmesi	Çevre ve Orman Bakanlığı	2011 sonrası

Kaynak: Türkiye'de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması İçin Çerçeve Koşulların Ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu, Ek 4.

2.3. Türkiye'de Katı Atık Yönetiminde Yetkili Kurum, Kuruluşlar ve Görevleri

Tüm kamu kurum ve kuruluşlarının ortak hedefi, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını gözeterek, doğal kaynakların koruma ve kullanma koşullarının belirlenmesi ve bu kaynaklardan herkesin adil biçimde yararlanmasını sağlayacak şekilde çevre yönetim sistemleri oluşturulmasıdır. (Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 2006)

AB'ye uyum kapsamında çevre standartları ve yönetimini belirleyen hukuki düzenlemeler güncelleştirilirken, ülke koşulları ve kamu yönetiminde etkinlik gözetilmesi uygun görülmektedir. Bu bağlamda, çevresel altyapı yatırımlarının yapılmasında ve işletilmesinde ölçek ekonomisinin faydalarından yararlanmak için yerel yönetimler arasındaki işbirliği ve eşgüdüm geliştirilerek, mahalli idare birliklerinin kurulması öngörülmektedir.

Su, atık su, katı atık gibi çevre korumaya yönelik altyapı tesislerinin yapılmasında, bakımında ve işletilmesinde ülke şartlarına en uygun sistem ve teknolojiler tercih edilmektedir. Bu bağlamda, evsel nitelikli katı atık yönetiminde kaynakta ayrıştırma, toplama, taşıma, geri kazanım ve bertaraf safhaları teknik ve mali yönden bir bütün olarak değerlendirilerek; yatırım ve işletme maliyetleri düşük ve ülke şartlarına en uygun katı atık bertaraf teknolojisi olan düzenli depolama yöntemi tercih edilmesi planlanmaktadır. Evsel nitelikli olmayan atıkların üretimi azaltılması, atık türüne ve ülke koşullarına uygun toplama, taşıma, geri kazanım ve bertaraf sistemleri oluşturulması hedeflenmektedir (T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 2006).

Çevre yatırımlarının yapılması ve işletilmesinde özel sektörün katılımı dâhil yeni finansman yöntemleri geliştirilmesi, çevresel altyapı hizmetlerinin planlanması, projelendirilmesi, uygulanması ve işletilmesine ilişkin belediyelerin kapasiteleri geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu doğrultuda, çevre ve kalkınma ile ilgili sağlıklı ve entegre bilgi sistemleri oluşturularak, izleme, denetim ve raporlama altyapısı geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Türkiye'de atık yönetimi çok kuruluşlu bir yapı sergilemektedir. Başta Çevre ve Orman Bakanlığı olmak üzere 3.129 Belediye, bazı Bakanlıklar ve farklı alanlarda

uzmanlaşan pek çok kurum yönetim sürecine dâhildir. Türkiye'deki mevcut atık sektöründe yetkili kurum ve kuruluşlar ve görevleri aşağıda özetlenmiştir.

2.3.1. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı

Belediye ve Ambalaj Atıkları Yönetimi Şube Müdürlüğü Görevleri;

- Belediye atıkları, tarımsal ve hayvansal atıklar, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları ile evlerden kaynaklanan tehlikeli atıkların, ambalaj ve ambalaj atıklarının çevreyle uyumlu bir şekilde yönetimini sağlayacak esasları belirlemek, mevzuatın uygulanmasını sağlamak, atık geri kazanım ve bertaraf tesisleri konusunda en uygun teknoloji ve yönetim sistemlerinin kurulmasında ulusal ve uluslararası koordinasyonu sağlamak, buna ilişkin lisans kriterlerini belirlemek, ambalaj atıklarının ithalatı konusunda ölçütleri belirlemek, ilgili uluslararası çalışmaları izlemek, projeleri yürütmek, koordine etmek,
- Belediye ve ambalaj atıklarının yönetimi kapsamında ulusal, bölgesel ve yerel yönetim planları yapmak/yaptırmak ve ilgili kurum/kuruluşlarla koordinasyonu sağlamak,
- Belediye atık bedellerine ilişkin genel hükümleri belirlemek,
- Belediye atıklarının bertaraf projelerinin onayını yapmak, projelerin uygulanması aşamasında inşaat, izleme ve kontrolörlük işlerini yapmak veya yaptırtmak,
- Katı atık bertaraf tesisine ilişkin geçici faaliyet izni süresi içerisinde izleme raporlarının uygunluğunu belirlemek, katı atık bertaraf tesisi işletme sırasında ve kapatma sonrasında kontrol ve izleme sürecinde yapılan çalışmaları takip etmek, Bakanlığa sunulan raporları değerlendirmek,

Atık Yönetimi Karar Destek Şube Müdürlüğü Görevleri;

- Bakanlık stratejik planında yer alan atık yönetimine ilişkin performans göstergelerinin takibi ve kontrolünü sağlamak,
- Atık yönetimine ilişkin verilerin toplanması amacıyla ilgili kurum ve kuruluşlarla iş birliğini sağlamak,

- Atık yönetimine ilişkin yatırım planlaması ihtiyaç analizi çalışmalarını yapmak, yaptırmak,
- Ulusal ve bölgesel atık yönetim planının hazırlanmasını koordine etmek,
- Oluşturulan sistemlerin kullanımına ilişkin ilgili birimlere eğitim vermek ve/veya koordine etmek,
- Atıkların ithalat, ihracat ve transit geçişlerine ilişkin izinleri vermek (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı).

2.3.2. Sağlık Bakanlığı

Çevre ve insan sağlığının korunmasında sağlık kurumlarında üretilen tıbbi atıkların toplanması, depolanması, geri kazanılması ve bertaraf edilmesi gibi konular Sağlık Bakanlığı'nın sorumluluğu altındadır. Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıkların halk sağlığına ve çevreye zarar vermeden ayrı olarak toplanması, taşınması ve geçici olarak depolanması süreçlerinde uyulacak usul ve esaslar 2872 sayılı Çevre Kanununa istinaden, Çevre ve Orman Bakanlığınca, hazırlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile yeniden düzenlenmiştir. Sağlık Bakanlığı düzenli depolama sahalarının lisanslama, izleme ve uygulamasının düzgün yürütülmesinden sorumludur.

2.3.3. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)

Başbakanlığa bağlı olan Devlet Planlama Teşkilatı sektörlere ilişkin planları hazırlar ve finansmanı devlet tarafından sağlanan veya dışarıdan kredi gerektiren tüm yatırım projelerini onaylar. Bununla birlikte DPT, Belediyelerin yıllık yatırım programlarının hazırlanması ve gerçekleştirilmesi için gerekli koordinasyonu sağlarken, aynı zamanda atık yönetimi yatırımları ve stratejik atık yönetimi projelerinin planlanmasını ve programlanmasını gerçekleştirir.

2.3.4. İller Bankası

Kentsel alt yapı yatırımlarına finansman temin etmek amacı ile 1933 yılında kurulan Belediyeler Bankası ve Belediyeler İmar Heyeti, özel idareler ve köyler de dâhil olmak üzere daha geniş bir alanda hizmet vermek amacı ile İller Bankası haline getirilmiştir (Güler, 1996). 1945 yılında resmi gazetede yer alan 4759 numaralı Kanunun 1'inci maddesinde belirtilen kuruluş amacı doğrultusunda, Bankanın görev ve yetkileri Madde 7'de belirtilmiştir.

Madde 7’ de; Bankanın görevleri şunlardır:

> A) Birinci maddede gösterilen idare ve kurumların yapacakları mahalli kamu hizmetleriyle ilgili tesisler, yapılar ve diğer işler vücuda getirmelerini kolaylaştırmak; şehir, kasaba ve köylerin kuruluş ve imarı yolundaki plan ve programların gerçekleştirilmesini desteklemek amacıyla bunlara, kendi tüzüğünde yazılı esas ve şartlara göre kredi sağlamak;
>
> B) (Değişik bent: 14.10.1983 - 2921/2 Md.) 13.07.1972 tarihli 1609 sayılı Kanun hükümleri saklı kalmak şartıyla, bu idare ve kurumların istemleri üzerine harita, plan, proje, keşif ve etütleri yapmak veya yaptırmak, idare ve kurumların vücuda getirecekleri tesis ve yapılardan mahallince yaptırılmasına imkân olmayan veya Banka tarafından toplu olarak yapılmasında fayda bulunanları, yatırım programları içinde meydana getirmek, idare ve kurumların istemleri aranmaksızın bunların Banka yatırım programında yer alan işlerinden hibe veya fon yardımlarının katkısıyla gerçekleştirecek olanları Banka eliyle yapmak veya yaptırmak (T.C. Resmi Gazete, 1945).

Bu doğrultuda, İller Bankası atık yönetimi hususunda ve bu hizmetlerin yürütülmesi için kurulacak tesislerin projelendirilmesi ve inşası aşamalarında belediyelere yardımcı olmaktadır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na bağlı olan bu kuruluş belediyelerdeki katı atık yönetimine ilişkin inşaat ve şehir planlaması işlerini yerine getirmekle yükümlüdür. Belediyenin ihtiyaçları doğrultusunda İller Bankası atık arıtma ve bertaraf tesislerine maddi destek sağlayabilmektedir.

2.3.5. Belediyeler

Büyükşehir belediyesi yönetiminin hukukî statüsünü düzenlemek, hizmetlerin plânlı, programlı, etkin, verimli ve uyum içinde yürütülmesini sağlamak amacı ile 10/7/2004 tarihinde kabul edilen Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile Büyükşehir Belediyesinin görev ve yetkileri düzenlenmiştir.

Büyükşehir belediyesinin görev, yetki ve sorumluluklarını kapsayan 7. Maddenin bendinde;

> Sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak; ağaçlandırma yapmak; gayrisıhhî işyerlerini, eğlence yerlerini, halk sağlığına ve çevreye etkisi olan diğer işyerlerini kentin belirli yerlerinde toplamak; inşaat malzemeleri, hurda depolama alanları ve satış yerlerini, hafriyat toprağı, moloz, kum ve çakıl depolama alanlarını, odun ve kömür satış ve depolama sahalarını belirlemek, bunların taşınmasında çevre kirliliğine meydan vermeyecek tedbirler almak; büyükşehir katı atık yönetim plânını yapmak, yaptırmak; katı atıkların kaynakta toplanması ve aktarma

istasyonuna kadar taşınması hariç katı atıkların ve hafriyatın yeniden değerlendirilmesi, depolanması ve bertaraf edilmesine ilişkin hizmetleri yerine getirmek, bu amaçla tesisler kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; sanayi ve tıbbî atıklara ilişkin hizmetleri yürütmek, bunun için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; deniz araçlarının atıklarını toplamak, toplatmak, arıtmak ve bununla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak hükümleri yer almaktadır (Resmi Gazete, 2004).

Belediyelerin, evsel katı atıkların yönetiminden olduğu kadar atıklarla ilgili yasa ve yönetmeliklerin uygulanmasından ve izlenmesinden de sorumludur. Bununla birlikte toplama yanında gerekli atık yönetimi altyapı tesislerini inşa ve işletme ile gerekli hizmetleri vermekle yükümlüdürler.

2005 yılında kabul edilen Belediye Kanunu ile belediyeler çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık hizmetleri gibi konulardan sorumlu tutulmuşlardır. Aynı kanunun Belediyenin yetkileri ve imtiyazlarını kapsayan 15. maddesinde ise "katı atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, ortadan kaldırılması ve depolanması ile ilgili bütün hizmetleri yapmak ve yaptırmak" ifadesine yer verilmiştir. (T.C. Resmi Gazete, 2005)

Bu maddeler çerçevesinde Büyükşehir Belediyeleri sınırları içerisinde kalan belediyeler sadece katı atıkları toplama ve taşıma görevlerini üstlenirken, Büyükşehir Belediyeleri sınırları içerisinde yer almayan belediyeler ise bunların yanında bertaraf etme görevini de üstlenmektedir.

2.3.6. Diğer Kurumlar

Türkiye İstatistik Kurumu, atık yönetimi ile ilgili istatistiki bilgileri düzenleyerek yayınlamakta ve atık yönetimi tesislerinin standartlarını belirlemektedir. Maliye bakanlığı ise Çevre Tüketim Vergisi gibi vergileri oluşturmak ve uygulamakla yükümlüdür.

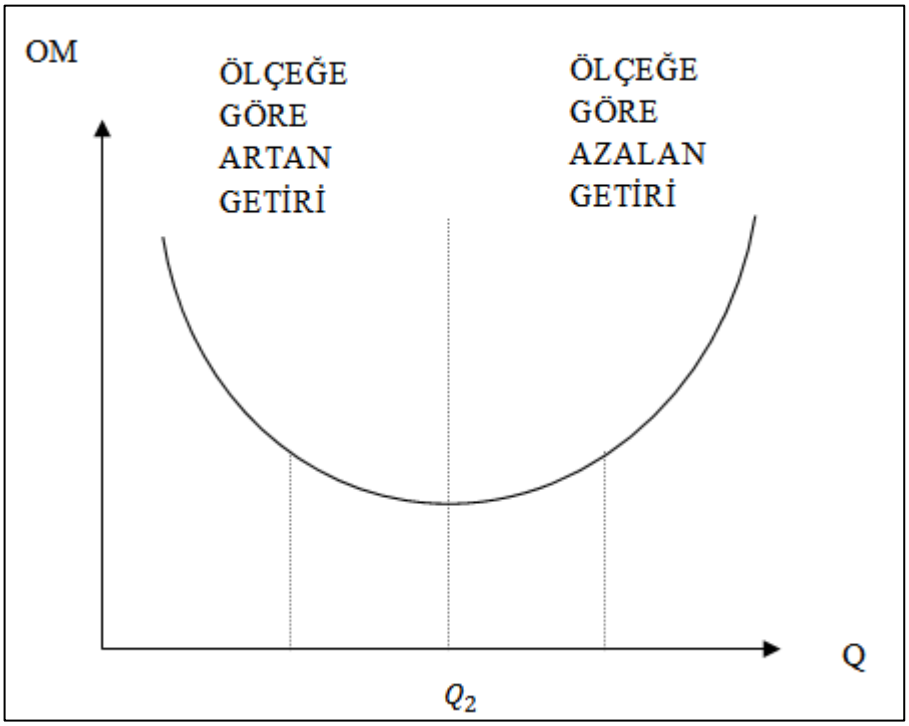
2.4. Katı Atık Yönetiminde Optimal Belediye Büyüklüğü

Kamu sorumluluklarının adem-i merkeziyetçi yapısı yerel yönetimlerin işlevsel etkinlikleri üzerine tartışmalara sebep olmuştur. Bu tartışmalar çoğunlukla küçük ölçekli yerel yönetimlerin ekonomik bakımdan etkin olmadıkları ve kamusal hizmetleri daha yüksek maliyetle ürettikleri yargısıyla sonuçlanmıştır (Steven ve Rudnicki, 1992). Çok küçük yerel yönetim birimlerinin, kamusal hizmetlerin

üretiminde gerekli parasal, insani ve teknik kaynakları etkin bir şekilde yönetemedikleri ile ilgili görüşler ekonomi literatüründeki "Ölçek Ekonomileri" ne dayandırılmıştır (Topal, 2011).

Uzun dönemde, firmaların ortalama maliyet eğrilerinin seyrini açıklamakta kullanılan ölçek ekonomileri; emekte işbölümü ve uzmanlaşma, teknolojik avantajlar, stok avantajları, satın alınan hammadde fiyatlarında indirim sağlanması, düşük tarifeli taşıma gibi üretim tesis ölçeğindeki artışlara paralel olarak ortaya çıkan reel ve parasal tasarrufları ifade etmektedir.

Ancak değinilmesi gereken bir diğer husus, uzun dönemde üretim ölçeğindeki artışlara paralel olarak ortaya çıkan bu tasarrufların, üretim ölçeğinin belirli bir noktayı aşmasından sonra ters yönde hareket etmesi ile negatif ölçek ekonomilerinin ortaya çıkmasıdır. Bu nedenle, üretim ölçeğindeki artışların ilk evrelerinde, uzun dönem ortalama maliyet eğrisi negatif eğilimli bir seyir izlerken, belirli bir noktadan sonra ise pozitif eğimli olmaktadır. Bu doğrultuda, geleneksel iktisat teorisinde firmaların uzun dönem maliyet eğrilerinin "U" şeklinde olduğu genel kabul görmektedir. Bu durum Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1: Ölçek Ekonomileri ve Ortama Maliyetlerin Seyri.

Kaynak: Zeynel Dinler, Bölgesel İktisat, Ekin Kitabevi, Bursa 1996, s.167.

Şekil 2.1' de de görüldüğü gibi, firma uzun dönemde üretim tesis ölçeğini büyüterek ölçek ekonomileri ile karşılaşmakta ve uzun dönem ortalama maliyet eğrisi azalan bir seyir takip etmektedir. Bu durum, ölçeğe göre artan getiri olarak da adlandırılır. Firmanın üretim ölçeğindeki büyümeler $\boldsymbol{Q_2}$ seviyesine ulaşıncaya kadar devam etmektedir. Bu noktadan sonra üretim ölçeğini büyütmek, negatif ölçek ekonomilerini ortaya çıkararak, firmanın uzun dönem ortalama maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Ölçeğe göre azalan getiri olarak adlandırılan bu durumda ise uzun dönem ortalama maliyet eğrisi pozitif eğimlidir. Bu açıklamalar ışığında, firmanın üretim tesis ölçeğinin belirli bir eşiğin altında olması yüksek ortalama maliyetler ile karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Neo-klasik iktisat teorisinin firmalar adına iktisat literatürüne kazandırdığı "ölçek ekonomileri" argümanı, çeşitli ülkelerin yerel yönetim faaliyetlerinde değer görmüş ve bu doğrultuda küçük yerel idarelerin birleştirilerek daha büyük ölçekli birimler haline getirilmelerine neden olmuştur (Topal, 2011).

Şener (1997), firmalarda olduğu gibi yerel yönetimlerde de ölçek büyümelerinin sağladığı bir diğer avantajın yerel kamusal hizmetlerin maliyet yapısıyla ilgili olduğuna; yerel yönetimlerin ürettiği birçok kamusal hizmette azalan maliyet koşullarının geçerli olduğuna değinmiştir (Topal, 2011). Sharpe (1995), bu durumun en önemli nedeni olarak söz konusu hizmetlerin üretimi için yüksek bir tesis maliyetinin (sabit sermaye maliyeti) gerekli olduğuna işaret etmiştir (Topal, 2011).

Üretim ölçeğini belirli bir noktaya kadar genişletmek (Şekil 2.1, Q_2), birim başına sabit maliyetlerden büyük ölçüde tasarruf sağlayacaktır. Firmalar için geliştirilen bu yaklaşım doğrultusunda, küçük ölçekli yerel yönetimlerin birleştirilmesi ile sağlanabilecek avantajlar şöyle sıralanmaktadır:

Ölçek büyümeleri, yerel yönetimlerde istihdam edilen işgücünün, işbölümü ve uzmanlaşması sonucunu doğuracak ve buna bağlı olarak verimlilik artacaktır. Ayrıca işbölümü ve uzmanlaşma, kamusal hizmet üretiminde teknolojik bakımdan daha gelişmiş makine ve teçhizatlarına kullanılabilmesini mümkün kılacaktır. Bütün bunlar, hizmet kalitesini yükseltirken, maliyetleri düşürecektir.

Ölçek büyümesi sonucu sağlanacak bir diğer avantaj ise üretim-teknoloji ilişkisinden kaynaklanmaktadır: şöyle ki; küçük ölçekli yerel yönetimler doğaldır ki küçük miktarlarda üretimde bulunacaklardır. Bu durumda ise üretimde gelişmiş

teknolojilerin kullanımı ekonomik olmayacaktır. Zira büyük çapta üretim yapabilen ve birim başına maliyetleri düşürerek, önemli maliyet tasarrufları sağlayan gelişmiş teknolojilere, küçük ölçekli yerel idareler gerekli iş yükü yaratamayacaktır. Bu anlamda, küçük bir belediyenin teknolojik iş makineleri satın alması kaynak israfı olacaktır (Topal, 2011).

Bir diğer avantaj, yönetici ve seçilmiş yerel temsilcilerle ilgilidir. Küçük yerel yönetimler genel olarak kaynak yetersizliği problemi nedeniyle eğitilmiş profesyonelleri istihdam edemezken, bünyesindeki personelin eğitimine de kaynak aktaramazlar. Bu nedenle, A.D. Sokolow'un, kamusal hizmet üretimini ekonomik etkinlikte gerçekleştirmek için gerekli tecrübe ve yetenekler olarak tanımladığı yönetim kapasitesi ya da yönetimde etkinlik, söz konusu idarelerde zayıf olmaktadır (Deller ve Rudnicki 1992). Buna karşın Sharpe, ölçek büyüklüğü söz konusu olduğunda yerel yönetimlerin daha yüksek ücret ödeyebilme gücüne ve daha geniş bir kariyer yapısına kavuşacağını, böylece daha kaliteli teknisyenlerin, bürokratların ve seçilmiş temsilcilerin yerel yönetimlerde görev alması sağlanacağını belirtmiştir (Topal, 2011). Bu açıklamalar doğrultusunda, yerel yönetim birimlerinin firmalarda olduğu gibi, maliyetlerini minimize eden ve kullandıkları teknolojiye gerekli iş yükünü yaratabilen uygun büyüklüklerinin olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla belediye kurulmasında küçük ölçeğin sağladığı demokratik avantajların yanı sıra ölçek büyümesinin sağlayacağı avantajlar da dikkate alınmaktadır (Topal, 2011). Marcou ve Verebelyi (1993), yerel yönetimlerde optimal nüfus büyüklüğüne ulaşabilmek için birleştirmenin en çok kullanılan yöntem olduğuna değinmişlerdir. İsveç, Danimarka ve Belçika başta olmak üzere birçok ülkede yerel yönetimlerin sayıları ciddi oranda azaltılmıştır. Belçika da 1961 yılında 2.663 olan yerel topluluk sayısı 1980'lerde 589'a kadar indirilmiş ve ortalama nüfus 16.000 düzeyine yükselmiştir (Kurtuluş, 2006)

3. KATI ATIK YÖNETİM SÜREÇLERİ

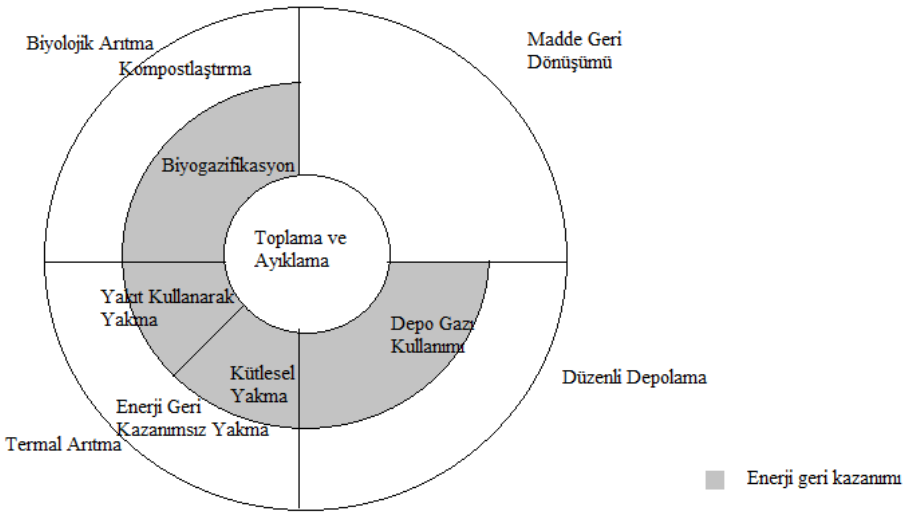
Günümüzde artan nüfusun ve buna bağlı olarak artan tüketimin, ekosistemi dikkate almayan plansız sanayileşmenin ve sağlıksız çarpık şehirleşmenin neden olduğu kirlilik, taşıdığı ekonomik ve çevresel riskler bakımından katı atık yönetimini yetkililerce ele alınması gereken en önemli konulardan biri haline getirmiştir. Bu nedenle atık oluşumundan nihai bertaraf edilmeye kadar bütün kademeleri içine alan entegre bir katı atık yönetiminin unsurları ve bunların birbirleri ile ilişkilerinin çok iyi bilinmesi ve bu süreçlerin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Atık yönetimi; atık yönetimi sistemi içinde oluşan atıkların bertaraf edilmesinde çevreye ve ekonomiye olan etkilerinin en aza indirilmesini amaçlar. Bu amaca ulaşmanın en kolay yolu ise atık miktarının azaltılmasıdır. İkincil hedef ise, oluşan atığının geri dönüştürülerek veya kompost edilerek sisteme yeniden dâhil edilmesidir.

Çevresel bir baskı oluşturan ve geçen her gün biraz daha artan atık sorununun çözümü için tek bir yaklaşım yerine tüm yöntemlerin kompozisyonu ile etkin bir atık yönetimi sağlanabilir. Bu yaklaşım, "Entegre Atık Yönetimi" anlayışının uluslar arası düzeyde kabul görmesini sağlamıştır. Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin tüm unsurları bir bütün olarak değerlendirilerek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürebilirliğin sağlanması hedeflenir. Bu çerçevede, entegre atık yönetiminin yalnızca tek bir atık türüne veya tek bir kaynağa yönelik olması beklenemez. (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2008–2012)

Çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilir katı atık yönetim sistemi entegre, piyasaya yönelik ve esnek olmalıdır. Verimli bir entegre atık yönetim sistemi, maddenin türü ve kaynağından ziyade doğasıyla ilgilidir. Entegre katı atık yönetim sistemi atık toplama ve ayırma aşamaları dışında Şekil 3.1'de ifade edilen aşağıdaki yaklaşımları da içeriğinde barındırmaktadır:

- Atık azaltma
- Geri dönüşüm ve kompostlaştırma
- Geri kazanma, termal dönüşüm (yakma)

- Düzenli depolama



Şekil 3.1: EKY Sisteminin Bileşenleri.

Kaynak: Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2006

Yukarıdaki aşamaların her biri çevresel sürdürülebilir bir sistemin yapı taşları olarak tanımlanır. Geri dönüşüm, kompostlaştırma ve termal dönüşüm süreçleri düzenli depolanması gereken kalıntı atık bıraktığından, düzenli depolama her türlü atık için uygulanabilen tek yöntemdir. Bu yöntem kimi zaman toprağı ıslah etmek için kullanılsa da, ortaya çıkardığı metan emisyonu ve yeraltı sularındaki kirlilik gezegenimizi tüketmektedir. Bu nedenle atıkların düzenli depolama sürecinden önce diğer işlemlerden geçirilmesi kalıntının hacmini, zararlı fiziksel ve kimyasal özelliklerini hafifletecektir.

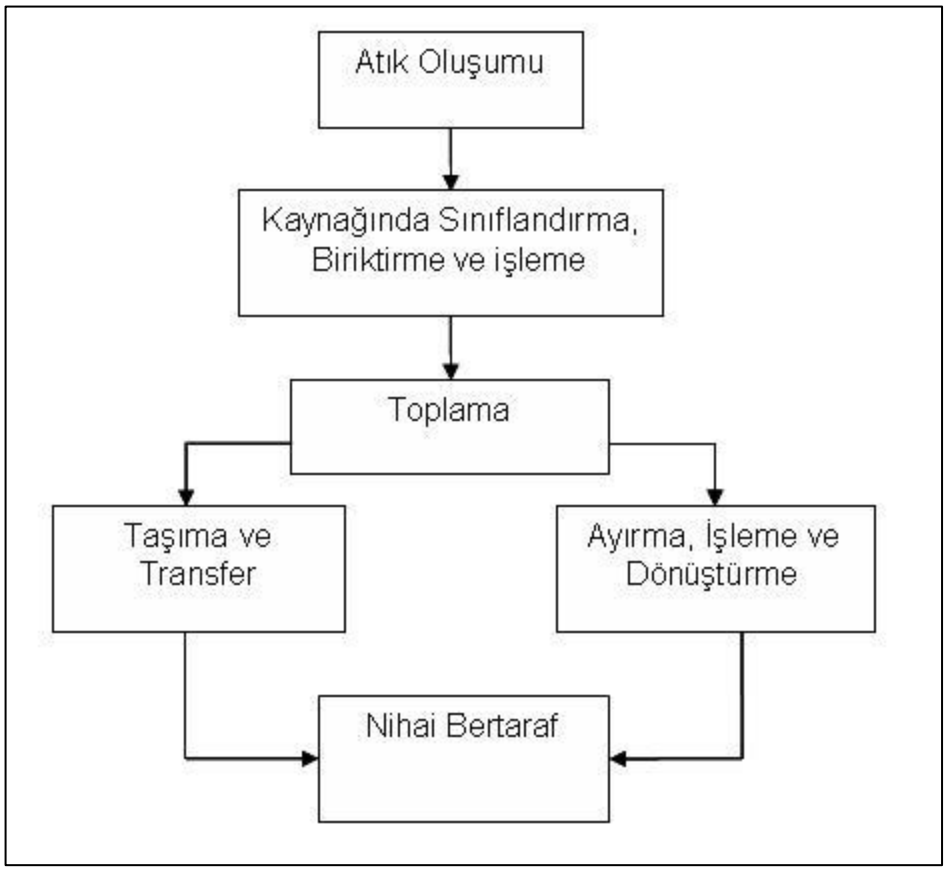
Piyasaya yönelik entegre katı atık yönetiminde geri kazanılabilir malzeme, kompost ve elde edilebilecek biyogaz (düzenli depolama ve anaerobik kompost) ve benzeri kaynaklı çıktıları katı atık yönetiminden sağlanabilecek ekonomik değerler olarak sayabilmek mümkündür. Bu ürünlerin arz edildiği piyasalar arzın kalitesinin ve miktarının tutarlılığına duyarlı olacaktır. Dolayısı ile bu çıktılar için piyasalar veya borsalar oluşturmak ve malzeme kalite standardı geliştirmek, atıktan sağlanabilecek getiriler konusunda faydalı olacaktır. Bunlardan temin edilecek gelir ve sistemin etkinliği, piyasa şartları ve yapılacak yatırımın maliyeti ile de yakından ilgilidir.

Entegre atık yönetim sisteminin etkinliğinin bir diğer ölçütü ise çevresel, mekânsal ve atık özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana gelebilecek çeşitli değişikliklere

uyum sağlayabilme kabiliyetidir (White vd., 1999). Böylece çevresel, ekonomik ve sosyal koşullar değiştikçe atıkların arıtılması için farklı süreçler kullanılabilir.

Bir diğer önemli konu ise sistemin ölçeğidir. Optimum entegre katı atık yönetim sisteminin büyük ölçekli, bölgesel nitelikte oluşturulması ve entegre bir yönetime bağlı nüfusun 500.000 kişiden az olmaması bazı araştırmacılar tarafından tavsiye edilmektedir (White vd., 1999). Bu tespitler ışığında, ölçek ekonomisinden yaralanmak amacı ile konu ile ilgili yerel yönetimlerin bir arada çalışarak ortak planlamalar yapmaları gerekli görülmektedir.

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi Katı Atık Yönetimi'nin ilk aşaması katı atık oluşumudur. Her geçen gün miktarında artış ve niteliğinde çeşitlilik gözlemlenen katı atık üretimi "azaltma" sürecinin uygulandığı aşamadır.



Şekil 3.2: Katı Atık Yönetim Sistemi.

Kaynak: Entegre Katı Atık Yönetimi, Kemirtlek.

KAY'nin ikinci aşaması üretilen katı atığın, oluştuğu mekânda sınıflandırılması ve biriktirilmesidir. Biriktirme işlemi, en basit çöp toplama kaplarından, en karışık çöp bacalarına kadar çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Bu aşamada biriktirme kaplarının

hacimsel, malzeme ve kullanılabilirlik açısından uygun bir şekilde üretilmesi, konumlandırılması ve bunların toplama sistemiyle olan uyumu en önemli unsurlardır.

KAY'nin maliyeti en yüksek aşamaları ise üçüncü ve dördüncü aşama olarak gösterilen atıkların toplanması ve taşınmasıdır. Bertaraf yönteminin termal işlemler olması halinde ise toplama süreci maliyeti bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Entegre katı atık yönetim sisteminin başarısında toplama aşamasının etkinliği büyük pay sahibidir. Çünkü katı atık yönetiminin amacına ulaşmasında atıkların sürekli, düzenli ve zamanında toplanması önem arz etmektedir. Buna ek olarak hane halkının süreç içerisinde ilk olarak karşılaştığı aşama olması itibari ile de yerel yönetimlerin başarısının değerlendirilmesinde rol sahibidir.

Kısa süre öncesine kadar gelişmiş ülkelerde bile atıklar, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım gibi aşamalardan geçmeden düzenli veya düzensiz şekilde depolanırdı. Günümüz de ise entegre katı atık yönetiminden kazanımların sağlandığı bu ara aşamalar bir çok ülkede işleve konulmuştur.

Günümüzde entegre katı atık yönetim sistemlerinde düzenli depolama sahaları sistemin olmazsa olmaz bileşenidir. Katı atıkların uygun yöntemlerle depolandığı, çıkan sızıntı sularının toplanıp arıtıldığı, oluşan gazların uygun yöntemlerle uzaklaştırıldığı, işletme ömrü sona erince sahanın arazi kullanımlarına uygun şekilde kapatıldığı böylece çevreye verilebilecek zararların en aza indirildiği ve çöplerin depolandığı düzenli depolama alanlarıdır. Bu aşama Şekil 2'de görüldüğü gibi KAY'inde nihai aşama olarak da değerlendirilebilir.

3.1. Atık Üretimi

İnsanın hayatı boyunca gerçekleştirdiği üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda atık oluşumu meydana gelmektedir. Katı atık oluşum süreci, üretimde hammadde kullanımı ile başlamakta daha sonraki aşamalarda da hızla devam etmektedir. Bu bağlamda bertaraf edilen atık miktarını azaltmanın en etkin yolu hammadde kullanımını azaltmak, geri dönüşümünü sağlamak veya yeniden kullanım miktarını arttırmaktır.

Katı atık oluşumunda en önemli iki parametre nüfus ve birim katı atık üretim miktarıdır. Birim katı atık üretim miktarı; sosyal statü, yaşam standartları, tüketim alışkanlıkları, ekonomik durum, coğrafi konum ve iklim özellikleri, topluluk veya

yerleşim yerinin büyüklüğü vb. etkenlere bağlıdır. Birim katı atık üretim miktarını etkileyen temel değişken ise bireylerin veya toplumların gelir seviyeleridir. Kişi başına düşen gelir arttıkça hane halklarının oluşturdukları atık miktarının da arttığı düşünülmektedir.

Bu bağlamda katı atık yönetim sisteminin planlanması sürecinde temel analizlerden biri, kentin gelecek yirmi yıldaki nüfus gelişiminin olabildiğince gerçekçi bir şekilde tahminidir. Bu maksatla en uygun tahmin tekniği ile söz konusu şehrin göç alabilirliği ve gelişimi de göz önünde bulundurularak kentin gelecek yıllara ilişkin nüfusunun planlanması zorunlu görülmektedir. Yapılan nüfus tahminleri ve mevcut durumda kişi başına düşen atık miktarları göz önüne alınarak kişi başı üretilen atık miktarı hesaplanmalıdır. Kişi başına üretilen katı atık miktarı yaşam standartlarına ve alışkanlıklara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Örneğin İstanbul'da üretilen katı atık miktarı 2004 yılı için 1 kg/kişi/yıl iken, ABD'nin başkenti olan Washington'da 3,83 kg/kişi/yıl, Hindistan'da ise 0,4 kg/kişi/yıldır. Dolayısıyla oluşan ve oluşabilecek olan atığın miktarının bilinmesi, atık yönetim sisteminin planlanmasında önem arz etmektedir.

3.2. Biriktirme

Katı atıkların oluşumundan, toplanıp depolanmasına kadar geçen süre içinde uygun yerlerde ve şartlarda bekletilmesi, biriktirilmesi yani geçici depolanması gerekmektedir. Evlerden, ticarethanelerden, endüstrilerden kaynaklanan katı atıklar, miktar ve hacimlerine göre çeşitli şekilde projelendirilen sistemlerde biriktirilmektedirler. Bu biriktirme olayı katı atıkların düzenli bir şekilde toplanabilmesi için yapılanmakta olup geçici depolama olarak da tanımlanabilmektedir. Katı atıkların geçici depolanması 4 farklı yöntemle mümkündür (Tchobanoglous vd., 1993).

Bunlar,

a) Çöp kutusu veya çöp kabı

b) Garchey sistemi ve benzerleri

c) Vakum veya basınçlı hava ile boru içinde katı atıkların konut aktarma merkezine veya bertaraf etme tesisine taşınması

d) Çöp öğütücüler ile kanalizasyona taşınması olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3. Katı Atıkların Toplanması

Katı atıkların etkin, sıhhi ve tüketicilerin arzularına duyarlı bir şekilde toplanması, iyi işletilen atık yönetim sisteminin kalbini oluşturmaktadır. Farklı toplumlardaki toplama programları çoğunlukla toplanan atık türüne, toplum ve ikamet edenlerin tercihlerine göre değişiklik gösterebilir. Toplama ve taşıma sistemleri geniş bir hizmet çeşitliliğine sahip olduğundan ve yapılandırılmasında birden fazla faktör dikkate alındığından genellikle kompleks yapılardır. Sistemi basitleştirmek ve düzenlemek için bazı öneriler mevcuttur (Pferdehirt, 1994). Bunlar:

- Toplumsal hedef ve kısıtları belirlemek,
- Atık üretim alanını ve hizmet sahasını belirlemek,
- Kamu ve özel sektör toplama ve taşıma seçeneklerini belirlemek,
- Sistemin finansman olanaklarını belirlemek,
- Atık hazırlama ve toplama prosedürlerini belirlemek,
- Toplama araçlarını ve personel sayısını belirlemek,
- Transfer ihtiyaçlarını ve seçeneklerini değerlendirmek,
- Toplama ve taşıma alternatiflerini değerlendirmek,
- Toplama ve taşıma için rota hesaplamalarını ve programlarını geliştirmek,
- Toplama sistemini yorumlamak,
- Sistem performansını izleyip; gerektiğinde uyarlamak.

Var olan atık toplama ve taşıma sistemleri, genellikle yoğun nüfusun yer aldığı büyük şehirlerde oluşan atık miktarı ile başa çıkamayabilirler. Bu gibi durumlarda atıklar kontrolsüz dökülebilir veya açıkta yakılabilir. Bu tür kontrolsüz atık bertaraf yöntemleri, insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Atıkların toplanması ve taşınması süreçlerindeki iyileştirmeler açıkta yakma ve kontrolsüz dökümü azaltarak, istihdam yaratarak, turizm cazibesini arttırarak ve halk sağlığını önemli ölçüde iyileştirerek topluma fayda sağlamaktadır.

Etkin ve efektif bir sistem planlaması için mesken sakinlerinin atıkların toplanması için nasıl bir biriktirme yöntemi izleyecekleri ve toplamada hangi uygun toplama yöntemlerinin kullanılacağının koordine edilmesi gerekmektedir. Yönetimdeki araç

ve konteynerlere ilişkin tercihler çalışan personel sayısını belirlemede de etkili olacaktır. Düzgün ve etkin bir toplama süreci için geliştirilen yönerge ve yönetmelikler ile hane halklarının katı atık ve geri dönüşüm malzemelerini nasıl biriktirecekleri belirlenmektedir. Gereksinimler toplumdan topluma farklılık gösterse de konteyner çeşidi, geri dönüşüm materyallerini ayırma işlemi, ne kadar sıklıkla materyallerin toplanacağı, çöplerin toplanmak üzere nereye yığılacağı gibi konular da çeşitli yasal mevzuatlar yol göstermektedir.

Birçok belediye, belirli katı atık depolama kaplarının kullanılmasını gerekli kılan yönetmelikler yürürlüğe koymuştur. En önemlisi, toplama araçları için kullanılan konteynerlerin fonksiyonelliğidir. Konteynerlerin iklim koşulları ve çevredeki hayvanlar tarafından zarar görebileceği düşünüldüğünde dayanıklı, kullanımı kolay ve ekonomik olması gerekmektedir.

Sistemin işletim biçimine göre; hareketli konteyner ve sabit konteyner sistemleri olarak sınıflandırılır. Hareketli Konteyner Sisteminde (HKS) boş konteyner belirli bir yere bırakılır, katı atık ile dolduktan sonra arkası boş olan kamyondaki kaldırma düzeneği ile kamyonun arkasına yüklenir ve bertaraf ünitesine taşınır. Boş konteyner yine aynı noktaya getirilir, indirilir ve yeniden kullanıma sunulur. HKS yüksek üretim hızına sahip atıkların toplanmasında oldukça caziptir. HKS toplama hattında bir konteyner için bir kamyon ve bir sürücü gereklidir. Toplama hattı bir gidiş ve bir dönüş güzergâhını kapsar. Bu nedenle toplamada kullanılan konteyner büyüklüğü ve kullanım kolaylığı ekonomik öneme sahiptir.

HKS'nin iki tipi vardır:

- Damperli konteyner
- Süprüntü römorku

Taşınabilen büyük hacimler nedeni ile damperli konteyner sisteminin kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle endüstrinin hesabına çalışan özel toplama servisleri tarafından kullanılır. Süprüntü römorkları kum, kereste ve metal kırıntıları, inşaat alanlarındaki yıkıntı atıkları gibi ağır atıkların toplanması için daha uygundur.

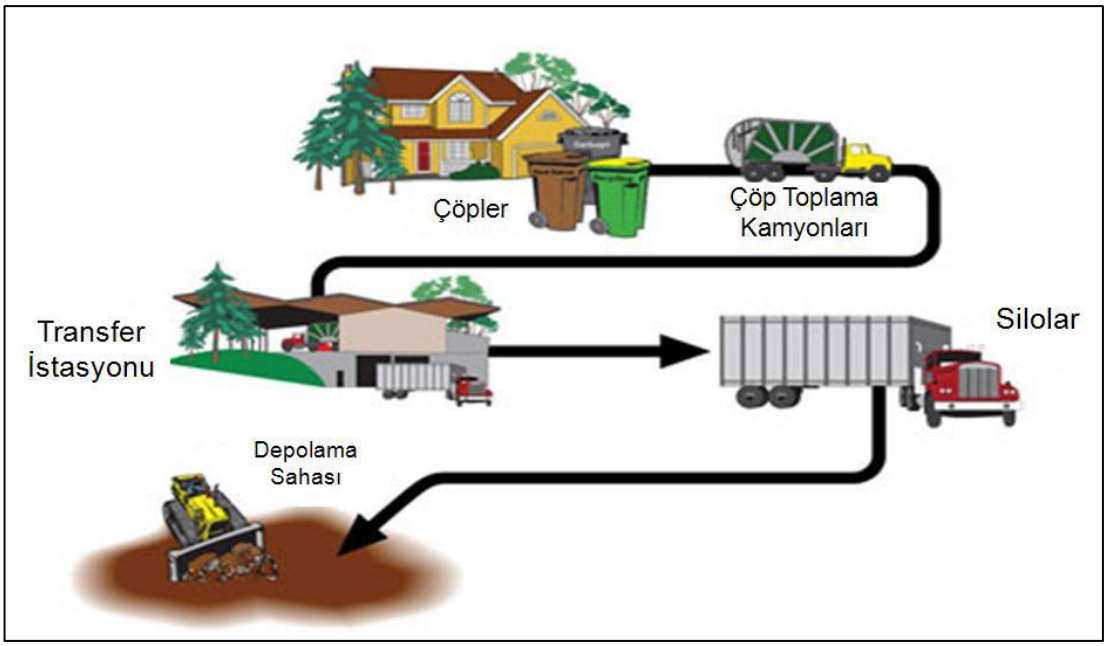
Sabit Konteyner Sisteminde ise toplama kasası veya konteyneri araca sabit olan kamyonlar kullanılır. Küçük kaplar ve bidonlar ya el ile ya da mekanik olarak kasaya boşaltılır. Kamyonun kasası dolunca toplama işlemi bırakılır ve katı atıklar bertaraf ünitesine taşınır. Kamyon geri döner ve kaldığı yerden toplama işlemine devam eder.

SKS çok değişik tip katı atıklara uygulanabilmesine rağmen ağır endüstriyel atıklar için uygun değildir (Hikmet, 1998).

Katı atıkların toplanmasının maliyeti ortalama olarak, toplam maliyetin %80'ini teşkil eder (Karpuzcu, 2007). Kentsel katı atıkların toplama yöntemleri işletim biçimine, kullanılan araç özelliklerine ve katı atık tipine göre değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Bir toplama ekibi, biri şoför ve ikisi yükleyici olmak üzere üç kişi ve bir kapalı kasa motorlu araçtan meydana gelmektedir. İşletmecilik yönünden uygun olmayan bu metot uygulandığında kamyonun çöpleri boşaltmak için yolda geçirdiği zaman zarfında iki yükleyici işgücü boşa harcanır (Karpuzcu, 2007).

İş gücünün ve toplama araçlarının verimli bir şekilde kullanılması, araç ve işçi ihtiyacının belirlenmesi amacıyla toplama rotalarının planlanması zorunlu görülmektedir. Buna ek olarak maliyeti düşürücü farklı öneriler bulunmaktadır. Mutfaklara çöp öğütücü ve sıkıştırma preslerinin koyulması, son yıllarda İsviçre ve Japonya da kullanılan pomattık (hava basıncı ile çalışan boru sistemi) boruların kullanılması gibi yöntemler maliyeti oldukça azaltabilir.

Toplama ve Taşıma maliyetlerinin azaltılmasının bir diğer yolu da ara istasyonlar konuşlandırılmasıdır. Böylece kamyonun ara istasyona gidiş süresi ana sahaya gitmesinden kısa sürer ve işçilerin yolda boşa geçirdiği zaman azalmış olur. Ara istasyonlarda biriktirilen atıklar Şekil 3.3'de görüldüğü gibi daha büyük araçlarla bertaraf tesislerine götürülür.



Şekil 3.3: Evsel Katı Atık Yönetim Süreçleri.

Kaynak: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Çevre Koruma Katı Atık Toplama, 2009

3.4. Transfer İstasyonları

Transfer istasyonları atıkların, yerleşim yerlerinden uzak olan bertaraf tesislerine nakliyesinde birden çok tekil çöp toplama kamyonunun yüklerinin birleştirilmesi suretiyle personel ve işletme maliyetlerinin azaltılmasını sağlamaktadır.

Tesisin mülkiyeti, büyüklüğü ve sunulan hizmet aktarma istasyonları arasında önemli derecede farklılık gösterse de hepsi aynı temel amaca hizmet etmektedir. Bu doğrultuda atıklar, uzak depolama alanlarına daha ekonomik bir şekilde sevkiyatları için daha büyük hacimli transfer araçlarına nakledilir.

Katı atıkların taşınmasında transfer istasyonlarının kullanılıp kullanılmayacağı, o katı atık toplama bölgesinin durumuna ve toplama sistemine göre değişmektedir.

Taşıma mesafesi uzaklığından dolayı istenmeyen boşaltmaların olması durumunda, nihai bertaraf yerinin toplama mevkiinden çok uzak olması durumunda, küçük kapasiteli toplama araçlarının kullanıldığı durumlarda, küçük kapasiteli konteynerlerin kullanıldığı ticari alanlarda aktarma istasyonlarına ihtiyaç doğmaktadır.

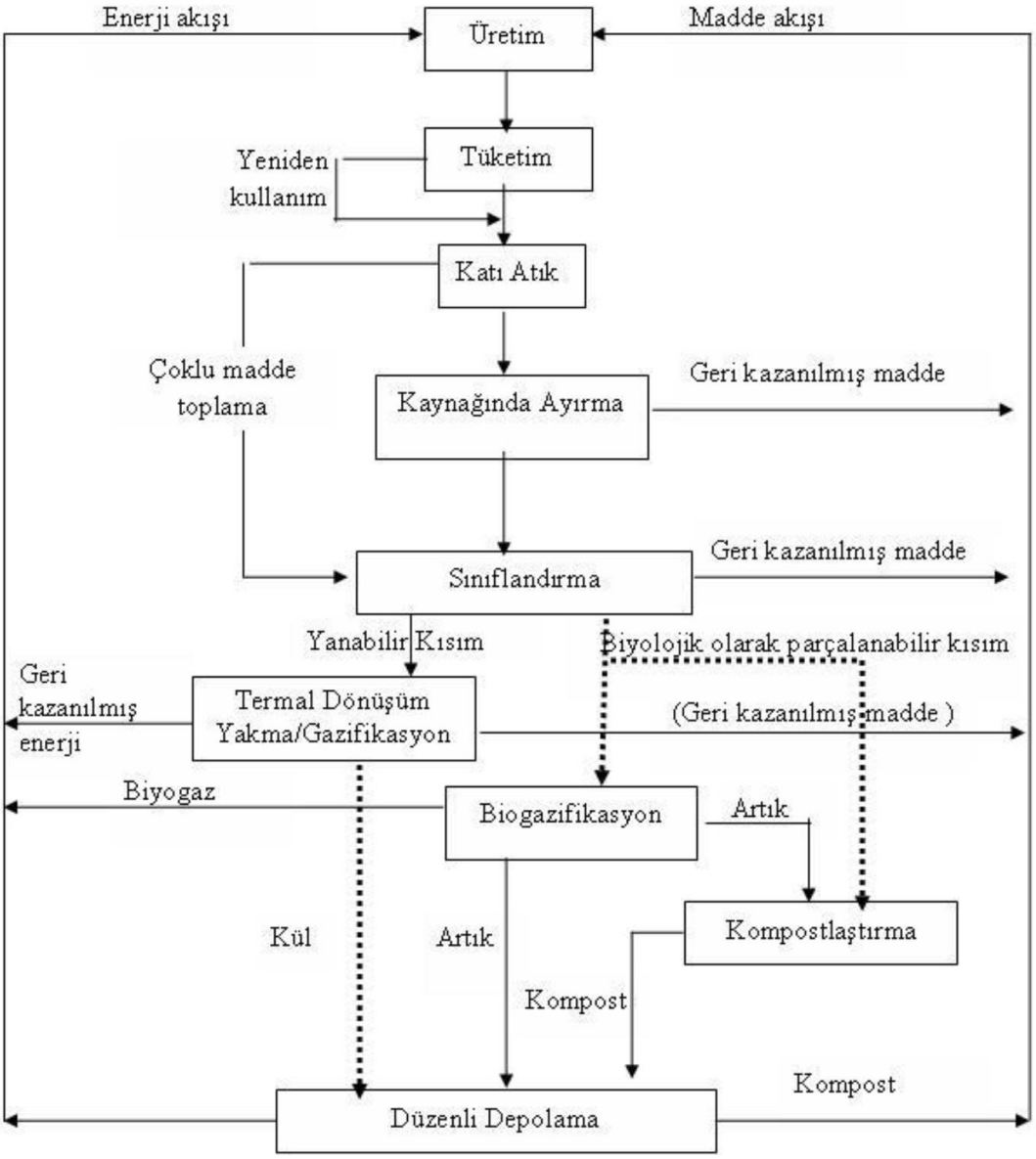
Aktarma istasyonları, tesisin faaliyet ömrü boyunca işleyebileceği atıkları karşılayabilecek kapasitede büyük olması gerekmektedir. Transfer tesisinin uygun boyutunun belirlenmesinde aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

- Tesisin kullandığı toplama araçlarının kapasitesi,
- Depolama alanında devirme işleminin yapılacağı gün sayısı,
- Toplama araçlarının yükünü boşalması için gereken süre,
- İstasyonu kullanacak araç sayısı ve bunların tahmini varış saat ve günleri,
- Tesiste işlenmesi veya tasnif edilmesi gereken atık
- Römork kapasitesi,
- Tesisin faaliyette olacağı saatler,
- Yükleme için bekleyen aktarma römorklarının müsait olmaları (Walsh vd., 1995).

Aktarma istasyonlarının çevreyi kirletmemesi için boşaltma işlerinin yapıldığı yerlerin kapalı olarak inşa edilmesi gereklidir. Aktarma istasyonları uygulaması taşıma maliyetinde azalma, personel miktarında azalma ve gerekli araç sayısının azalması yönlerinden tasarruf sağlarken, trafik yoğunluğunu ve çevre problemlerini azaltması bakımından da fayda sağlamaktadır.

3.5. Katı Atıkların Bertaraf Edilmesi

Katı atıkların bertaraf edilmesi süreci Şekil 3.4'ün son kısmında belirtilen Termal Gazifikasyon, Biyogazifikasyon, Kompostlaştırma ve Düzenli Depolama faaliyetlerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.4: Entegre Atık Yönetimi Akış Diyagramı

Kaynak: Entegre Katı Atık Yönetimi, Kemirtlek.

3.5.1. Kaynağında Azaltma

Atıkların kaynağında azaltılması, daha az malzeme kullanılacak şekilde ürün paketlerinin yeniden düzenlenmesi; malzemelerin kullanımında isteğe bağlı veya dayatılmış davranışsal değişikliklerin sağlanması ve malzemelerin dayanıklılığını

veya yeniden kullanımını arttırmak gibi atık oluşumunu engelleyen her türlü faaliyet olarak tanımlanmaktadır. Katı atık yönetiminde önceliğe sahip bir süreç olmasına rağmen kaynakta azaltımın evrensel olarak kabul edilmiş net bir tanımı bulunmamaktadır (Walsh vd., 1995). Kaynakta azaltım tanımı için kullanılan bazı terimler ise; atık azaltımı, atık önlenmesi, atık minimizasyonu ve kirliliğin önlenmesi ifadeleridir.

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) kaynağında azaltımı, üretilen, tasarlanan, satın alınan veya kullanılan materyallerin katı atık bertaraf tesislerine ulaşmadan zehirliliğinin veya miktarının azaltılması olarak tanımlamıştır (Walsh vd., 1995).

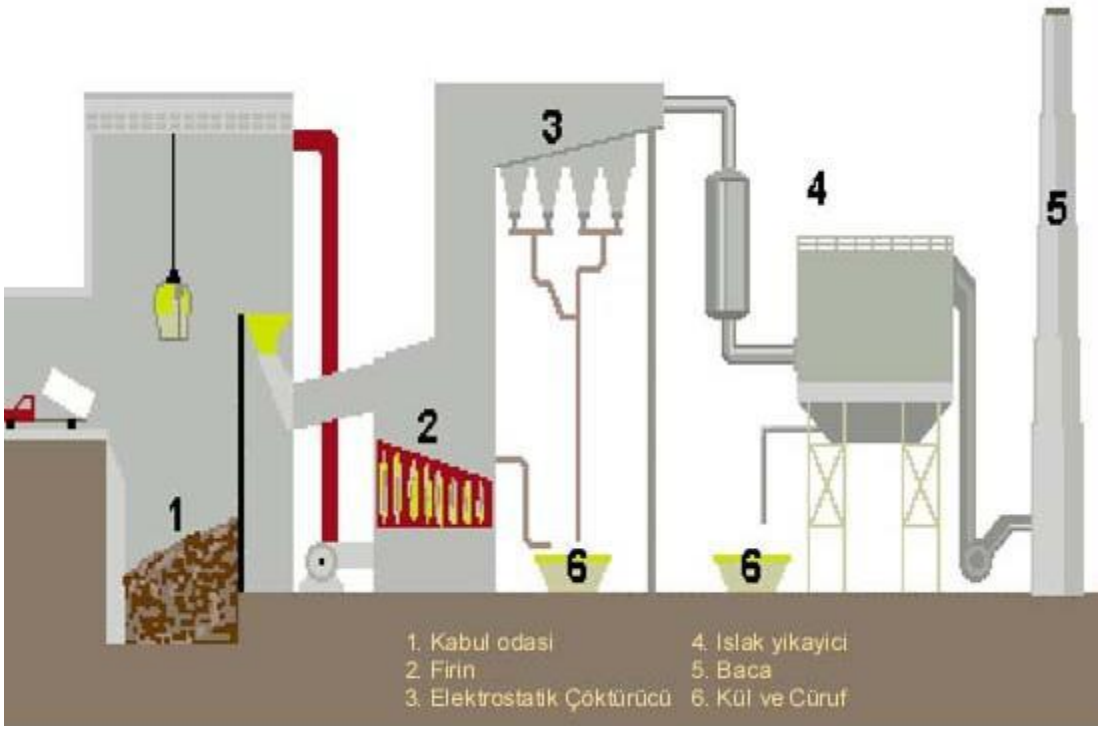
Teknoloji Değerlendirme Dairesi (OTA) yaptığı araştırma ve tahminler sonucunda, gelecek bir kaç yıl içerisinde katı atık oluşumunun yüzde elli oranında azaltılmasını sağlayacak uygun teknoloji ve yeterli ekonomik koşulların oluştuğu yargısına ulaşmıştır (Walsh vd., 1995). Ne yazık ki, artan tüketim neticesinde oluşturulan atık miktarı artma eğilimi göstermektedir. Birleşik Devletler 'de 1960 yılında 2,7 kilo olan bireylerin tek başına bir günde ürettiği atık miktarı 2010 yıllında 4,4 kiloya ulaşmıştır (Birleşik Devletler Çevresel Koruma Ajansı).

Çöpleri azaltmanın en efektif yolu onları kaynağında üretmemektir. Tüketiciler ve sanayi kesimi atıklarını azaltarak ve yeniden kullanarak doğal kaynaklarını koruyabilir ve atık yönetim maliyetini düşürebilirler.

3.5.2. Yakma

Başlıca amacı depolama ile uzaklaştırılacak atık miktarının azaltılması olan yakma yöntemi ile, katı atıklar hacimce % 80–90 ağırlık bakımından % 75–80 oranında azaltılabilmektedir (Saltabaş vd., 2011). Oldukça heterojen bir yapıya sahip olan ve bünyesinde çok değişik maddeleri ihtiva eden çöplerin yakılmasında ileri teknolojik alt yapıya sahip olunması gerekmektedir. Ayrıca, ısıl değerlerinin düşüklüğü, heterojen özelliği, ihtiva ettiği su dolayısıyla katı atıklar ilave enerji vermeden yanmamaktadırlar. Çoğu yakma tesisi 1.800 ° F - 2.000 ° F sıcaklıkta faaliyet gösterecek şekilde tasarlanmıştır (Walsh vd.,1995). Katı atık yakma tesisleri, teknoloji yoğun projeler oldukları için ilk yatırım ve işletme maliyetleri de yüksektir. Bunun yanında, katı atık yakma tesisleri için en önemli ve öncelikli araştırma ya da kıstas, çöpün niteliğinin yakma işlemine uygun olup olmadığının saptanmasıdır.

Çöpün yakılabilmesi için, çok sayıda araştırma yapılmalı ve o bölgedeki farklı çöp numunelerinin incelenmesi sonucunda gerekli ısıl değeri sağladığı kanıtlanmalıdır. Buna ek olarak, önemli bir diğer nokta da katı atık yakma tesisinin işletilmesi sırasında sürekli bir şekilde ve uygun kalitede çöpün tesise gelmesidir, sistemin sürekliliği bakımından yakma tesisleri için uygun bir atık akışı sağlanmalıdır. Yakma tesislerinden katı atıkların yakılması sonucu elde edilen enerji türleri genellikle elektrik ve ısı enerjileridir. Proses sonucunda ısı enerjisi, inert gaz ve kül oluşur. Net enerji üretimi atığın bileşimine, yoğunluğuna, nem oranına ve atık içerisindeki inert maddelere bağlıdır. Yakma yöntemi ile organik maddenin ısıl içeriği % 65–80 oranında sıcak hava, buhar ve sıcak suya dönüştürülebilir (Saltabaş vd., 2011). Yakma aşaması genellikle düzenli depolama için yer sıkıntısı olan ülkelerde, gerekli depo alanı ihtiyacının azaltması için yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Yanma sonucu oluşan baca gazlarının arıtılması zorunluluğu, bu metodun en sakıncalı yanıdır. Yakma işlemi neticesinde geriye kalan inorganik atıkların nihaî bertaraf edilmesi için düzenli depolamaya ihtiyaç vardır.



Şekil 3.5: Yakma Tesisi Üniteleri

Kaynak: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Çevre Koruma Katı Atık Toplama, 2009

3.5.3. Termal Gazifikasyon

Termal gazifikasyon yüksek sıcaklıkta ve oksijenli ortamda organik atıklardan sentetik gaz üretilmesi sürecidir. Gazifikasyon sonucu üretilen sentetik gazın büyük bir bölümü hidrojen (H2) ve karbon monoksit (CO), kalan az miktarda kısım ise metan (CH4), karbondioksit (CO2) ve diğer gazlardan oluşmaktadır. Termal gazifikasyonda üç teknoloji mevcuttur. Bunlar piroliz, konvansiyonel gazifikasyon ve plazma gazifikasyondur. Gazifikasyon yakmadan farklı bir süreçtir. Yakmada ürün olarak karbondioksit (CO2) ve su buharı oluşmaktadır. Ayrıca yakma süreci sırasında dioksin ve furan gibi toksik özellikli bileşikler oluşmaktadır. Termal gazifikasyonda ise dioksin ve furan emisyonu önemli derecede azaltılmaktadır. Dioksin ve furan karbon ve oksijenden oluşan temel molekül yapılarıdır.

Termal gazifikasyon ile elde edilen gazlar metanol üretimi ve elektrik enerji üretimi için kullanılabilmektedir. Ayrıca gazifikasyon yan ürünleri kül, cüruf ve eriyik malzemeler tekrar kullanıma elverişli materyallerdir (Toroman ve Topal, 2003). Atık yakma sistemlerinin kurulum aşamasında ve işletilmesi esnasında dikkate alınması gereken en önemli husus atığın yanma özellikleridir. Yanma özelliklerinin tespitinde kullanılan temel parametre, atığın yakılması sonucu ortaya çıkacak enerji miktarını ifade eden **kalorifik değerdir**. Bu değer **üst ısıl değer** (brüt kalorifik değer) ve **alt ısıl değer** (net kalorifik değer)şeklinde ifade edilir. Üst ısıl değer atığın kuru maddesinin vereceği enerji miktarıdır. Analiz kolaylığı açısından üst ısıl değer ile çalışılır ve daha sonra atığın su içeriğinden yararlanılarak hesaplama yolu ile alt ısıl değer bulunur (Saltabaş vd., 2011).

Yakma sistemlerinin işletim maliyeti açısından akılcı olabilmesi için atığın yakılması neticesinde ortaya çıkan ısının, tüm sistemin enerji ihtiyacından daha fazla olması gerekmektedir. Bu da atık içerisindeki yanabilir kısmın kalorifik değerinin belirli bir değerin üzerinde olması ile sağlanmaktadır.

3.5.4. Kompostlaştırma

Kompostlaştırma, biyolojik bozundurma ile eş anlamlı kullanılabilir. Kompostlaştırma, katı atıkların içindeki organik kısımların (sebze, meyve, selüloz, yemek atıkları, her türlü bahçe atıklar vb.) biyokimyasal süreçten geçirilmesi sonucu

stabilize edilmiş, mineralize olmuş, humusa benzer yapıdaki kitleye/malzemeye döndürülmesi işlemidir. Bu kitleye de kompost denir. Buna atık su arıtma tesislerinde

oluşan arıtma çamurları da katılmaktadır. Bir diğer ifade ile kompost, organik kökenli katı atıkların oksijenli ve oksijensiz ortamlarda ayrıştırılması suretiyle oluşturulan toprak iyileştirici maddedir. Kompost ile gübre arasındaki fark; gübre toprağa bitkilerin gelişmesi için gerekli besin maddesi kazandırırken, kompost ise toprağın yapısal düzenini sağlamaktadır. Ancak kompost içerisine belli oranlarda maddelerin ilavesi ile gübre elde edilebilmektedir. Elde edilen bu gübrenin tarım alanlarına yararı, yapay gübrelere oranla fazladır.

Kompost olabilen atıklar:

- Sebze ve meyve atıkları
- Çim kırpıntıları
- Yapraklar ve bahçe kırpıntıları
- Testere talaşı
- Geri dönüştürülemeyen kâğıt atıklar
- Yün ve pamuktan, eski ya da yırtık bez ve kumaş parçaları
- Çay torbaları, yumurta kabukları kahve telvesi

Kompost olmayan atıklar:

- Her türlü et ve artıkları
- Süt ve sütten yapılmış yiyecekler
- Katı haldeki yağlar
- Sıvı haldeki yağlar
- Hastalıklı bitkiler
- Kemikler

3.5.5. Geri Kazanılabilir Atıkların Toplanması ve Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm/kazanım miktarı, entegre katı atık sisteminin verimini gösteren en önemli parametrelerdir. Katı atıkları geri kazanma oranı, geri kazanım hedeflerinin doğru konulmasına ve bu hedeflere uygun sistemin oluşturulmasına bağlıdır (Kemirtlek).

Geri kazanımın hedefleri şu şekilde özetlenebilir:

- Kaynak koruma,
- Çevre koruma,

- Enerji kazanımı,
- Yer tasarrufu.

Katı atık içindeki değerlendirilebilir bileşenler, hangi yöntemlerle geri kazanılacak olursa olsun, bu atıkların düzenli ve ekonomik bir şekilde toplanması gerekir. Geri kazanılabilir atıkların toplanmasında iki temel yöntem uygulanmaktadır:

- Tüketiciye getirtme
- Tüketiciden alma

Getirtme yöntemi, toplayıcı açısından pasif bir yöntemdir ve ağırlıklı olarak tüketici etkinliğine dayanır. Kişiler atıklarını, toplama kumbaralarına veya ayırma/işleme merkezlerine götürürler. Tüketiciler bu işi gönüllü olarak, belirli bir bedel, bazı kolaylıklar veya muafiyetler karşılığı yapabilirler. Bu metodun verimi, kişilerin çevre bilinci ile doğru orantılıdır. Depozito sistemi de bir çeşit getirtme yöntemidir. Depozito sisteminde ambalajı götürmeyen kişiye depozito bedeli kadar, dolaylı yoldan ceza verilmiş olmaktadır.

Toplayıcı açısından aktif bir sistem olan kaynağından "alma" veya "toplama" yönteminde, ayrı biriktirilen atıklar yerel yönetim veya yetkilendirilmiş kuruluş tarafından toplanır. Ayrı toplamada kullanılan araçlar genellikle sıkıştırmasız ve çok gözlü araçlardır. Bu iş için, tahsis edilmiş özel araç ve personel gerekmektedir. Kaynağında ayrı toplama, getirtme yöntemine göre daha yaygındır.

Ambalaj atıklarının kaynağında ayrı toplanmasında dünyada en yaygın uygulama kaynağında ayrı biriktirme ve toplamadır. Atıkların toplanması yerel yönetim veya yetkili kurum veya kuruluşlarca gerçekleştirilebilmektedir. Bu uygulamada kaynağında ayrı biriktirme genellikle üç kapla yapılmaktadır. Geri kazanılabilir atıklar için iki kap bulunur; birisine kâğıt-karton türü atıklar, ikinci kapa ise diğer ambalaj atıkları (cam, plastik, alüminyum, metal vs.) konur. Bu metotta, ayrı kaplarda biriktirilen geri kazanılabilir atıklar, uygun araçlarla belirli periyotlarla toplanır.

3.5.6. Vahşi Depolama

Vahşi depolama atıkların açık araziye rastgele boşaltılmasıdır. Türkiye'de yaygın olarak kullanılan bu yöntemde çöpler hiçbir önlem alınmadan bir alana atılıp bırakılmaktadır. Atıkların herhangi bir önlem alınmaksızın kontrolsüz bir şekilde

bertaraf edildiği bu yöntem birçok probleme neden olmaktadır. Çöpler geniş bir alana dağılarak çevre ve görüntü kirliliğine sebep olmaktadır. Çöp sahasında rüzgârında etkisiyle toz bulutları oluşmakta ve meydana gelen gazlarla birlikte hava kirliliğine neden olmaktadır. Depo sahalarına boşaltılan çöpün organik kısımları mikroorganizmalarca ayrıştırılır ve bunun sonucunda içeriğinin büyük bir kısmını metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) in oluşturduğu depo gazı meydana gelir. Bunların dışında yine depo gazı bileşenlerinden olan ağır hidrokarbonlar, etilmerkaptan (C_2H_5SH), karbonmonoksit (CO), hidrojen (H_2), hidrojen sülfür (H_2S), benzol (C_6H_6) zararlı etkilere sebep olurlar. Depo sahalarında oluşan sızıntı suları yeraltı ve yerüstü sularına karışarak bu kaynakların kirlenmesine neden olurlar. Ayrıca vahşi depo sahaları fare, sinek ve diğer zararlı canlılar için uygun bir barınma ve çoğalma yerleridir ki buralardan beslenen kuşlar ve diğer canlılar bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olmaktadır (Bayer, 2005).

3.5.7. Düzenli Depolama

Katı atık düzenli depolama alanları, katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek bir şekilde çevremizden uzaklaştırılması için yapılan özel depolama sahalarıdır. Gerek ekonomikliği gerekse de işletme kolaylığı nedeniyle dünyada en yaygın olarak kullanılan metottur. Ayrıca bütün bertaraf süreçleri sonunda kalan bir miktar atık düzenli depolama sahalarında gömülmektedir.

Üstün mühendislik teknikleriyle kurulan modern düzenli depolama tesislerinin kuruluş yeri seçimi, tasarımı, faaliyeti ve faaliyetlerin işleyişinin izlenilmesi ilgili yasalar ve yönetmelikler gereğince gerçekleştirilmektedir. 2010 yılında yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik ile atıkların düzenli depolama tesislerine kabulünde uygulanacak atık kabul kriterleri belirlenmektedir. Ayrıca işletme sırasında kontrol ve bakım süreçleri ile tesis kapatıldıktan sonraki kapatma sonrası bakım süreçleri, bu aşamalarda yapılması gereken analizler, analiz sıklıkları, alınması gereken veriler ayrıntılı olarak verilmiştir. Bunun yanı sıra düzenli depolama tesisine kabul edilmemesi gereken atıklar;

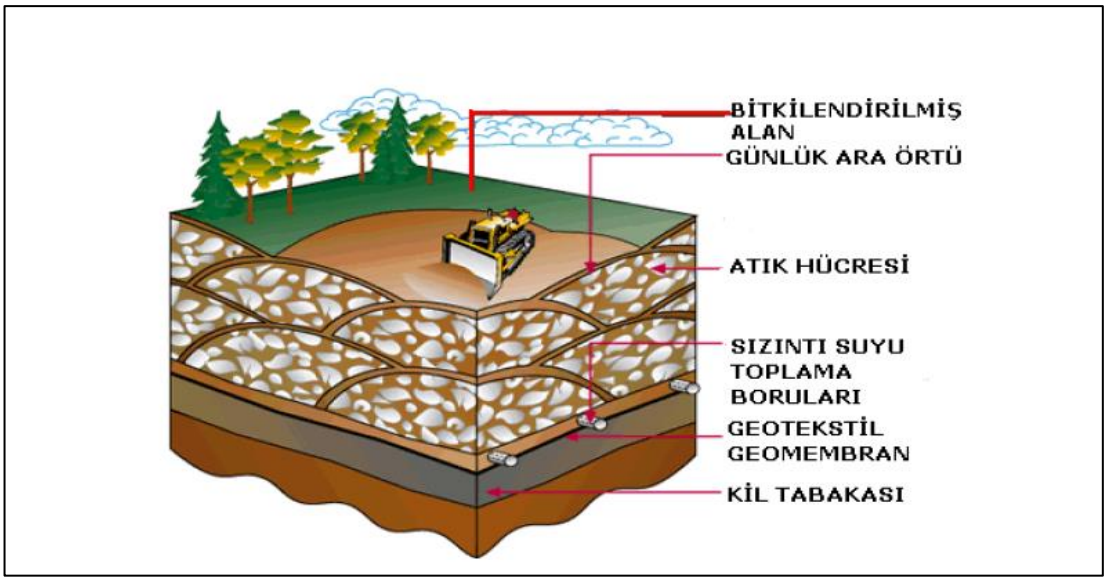
- Sıvı atıklar,
- Patlayıcı, aşındırıcı, oksitleyici, yüksek tutuşma ve yanma özelliği gösteren atıklar,

- H9 enfeksiyon yapıcı olarak tanımlanan, herhangi bir ön işleme tabi tutulmamış tıp ve veterinerlik kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıklar,
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek-III A'da belirtilen özelliklerden herhangi birini gösteren tanımlanmamış veya yeni kimyasal maddeler
- Kullanılmış lastikler olarak yönetmelik ile belirlenmiştir.

Bununla birlikte yönetmelikte, '*Atıklar, ön işleme tabi tutulmaksızın depolama sahasına kabul edilmeyecektir'* ifadesi yer almaktadır. Ön işlem; atığın hacmini azaltmak, tehlikeli özelliğini azaltmak, yönetimini kolaylaştırmak, geri kazanımını artırmak amacıyla atığa uygulanan fiziksel, biyolojik, kimyasal ve ısıl işlemlerdir. Bunlara ek olarak, yönetmelik ile düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilecek biyobozunur atık miktarının belirli bir süreçte azaltılması zorunlu hale getirilmiştir. Bu hususlar atıkların kaynağında ayrı toplanmasını ve enerji geri kazanımı da dâhil olmak üzere geri kazanılabilir atıkların düzenli depolama tesislerine gitmemesini teşvik etmekte yeni teknolojiler ve bertaraf yöntemlerini öngörmektedir (Doğru, 2011).

Katı atık düzenli depolama alanları çevreyi katı atık yönetimi sürecinde ortaya çıkabilecek kirleticilerden koruyacak şekilde tasarlanmaktadır. Depolama sahalarının çevresel olarak hassas bölgelerde yerleşmesini engelleyen yer seçimi planı ise yeraltı suyu kirliliği gibi herhangi bir çevresel tahribat oluşmaması için ek bir önlem niteliğindedir. Bunun dışında, yer seçimi için kullanılan kriterler, sadece çevresel özellikleri değil, aynı zamanda karar verme mekanizmasındaki net olarak entegre edilmeyen veya tanımlanamayan politik/yasal faktörleri de kapsamaktadır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, 2012).

Katı atık depo alanlarının çevre bakımından en büyük olumsuzluklarından biri sızıntı suyu oluşumu ve bunun yeraltına sızarak su rezervlerini kirletmesidir. Sızıntı suyunun doygun tabakaya ve yeraltı su seviyesine ulaşmadan engellenmesi gerekmektedir. Bunu önlemek için depo sahasının tabanı Şekil 3.6'da görüldüğü gibi geçirimsiz yapılmaktadır.



Şekil 3.6: Düzenli Depolama Kesiti.

Kaynak: Milli Eğitim Bakanlığı, 2009

Bir diğer olumsuzluk ise, oluşan depo gazından kaynaklanabilecek tahribatlardır. Çöp bileşimi içinde bulunan organik maddeler, çöpün depolanmasından sonra, depo kütlesi içeresinde yeterli oksijen bulunmaması nedeniyle, aneorobik şartlarda parçalanmaktadır. Oluşan aneorobik ortamda organiklerin bozunması ile metan ağırlıklı bozunma gazları oluşmaktadır. Bu bozunma gazları zehirlenme tehlikesine ve depo üzerinde ve çevresindeki bitkilerin kurumasına yol açmaktadır. Yapılan incelemelere göre metan gazı yaklaşık 1 m çöp depo derinliği için yatay olarak 10m mesafeye gidebilmektedir. Bu da bitkilerin köklerinin oksijen almalarına engel olarak onları kurutur (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2009).

Kontrolsüz depolama gazı emisyonlarının olumsuz etkileri:

- Sera etkisi
- Patlama ve yangın tehlikesi
- İnsan sağlığı için tehlike
- Depolama sahasının üzerinde ve yakınındaki tarım ürünleri ve diğer bitkilere olumsuz etkileri
- Koku oluşması

Yeni düzenli depolama sahalarında, potansiyel olarak zararlı olabilecek depo gazları enerjiye çevrilmektedir. Bazı maddelerin, boyalar, temizleyiciler / kimyasallar, motor yağı, piller ve böcek ilaçları gibi yaygın ev eşyaları dâhil, belediyeler tarafından katı

atık depolama sahalarında bertaraf edilmeleri engellenebilir. Bu ürünlerin kalıntıları, sağlık ve çevre için tehlikeli olabilir. Bu tür malzemeler için evsel tehlikeli katı atık depolama alanları kurulmuştur.

3.5.8. Entegre Katı Atık Yönetimi Sisteminin Verimi

Bir katı atık sisteminin verimi, mali ve madde geri kazanımı olmak üzere iki yöntem ile belirlenir. Mali geri kazanım verimini belirlemede sistemden elde edilen gelirin, maliyetlerin ne kadarını karşıladığına bakılır. Masrafı karşılama yüzdesi ne kadar yüksek ise sistemin verimi o kadar yüksektir denebilir. Geri kazanılan, dönüştürülen maddeler ve enerji satışı ile sunulan hizmetlerin karşılığı olarak alınan ücretler sistemden elde edilen gelirin kaynaklarıdır (MİMKO, 2006).

Madde geri kazanım oranı ise üç farklı yöntem ile hesaplanmaktadır:

$$\text{Madde geri kazanım oranı (\%)}: \frac{\textbf{Geri kazanılan atık miktarı}}{\textbf{Toplam atık miktarı}} \quad \textbf{(3.1)}$$

$$\text{Toplam geri kazanım oranı (\%)}: \frac{\textbf{Geri kazanılan madde + kompost}}{\textbf{Toplam atık miktarı}} \quad \textbf{(3.2)}$$

$$\text{Düzenli depo dışına yönlendirilen (\%)}: \mathbf{1} - \frac{\textbf{Düzenli depolamaya gelen atık miktarı}}{\textbf{Toplam atık miktarı}} \quad \textbf{(3.3)}$$

Sistemde düzenli depolamaya gelen atık miktarı ne kadar az ise geri kazanılan veya dönüştürülen atık miktarı da o nispette fazladır. Madde geri kazanımı ile maddi kazanımın beraberce en yüksek değere ulaştığı çözüm optimum çözümdür (MİMKO, 2006).

4. TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM

Türkiye genelinde pek çok idari, mali ve teknik nedenlerle halen atıkların büyük bir kısmı mevzuata uygun şekilde bertaraf edilmemektedir. Öncelikle atık depolama alanları için yer seçimi en önemli sorunlardan biridir. Aynı bölgede çok sayıda yerel yönetim biriminin bulunması diğer altyapı hizmetlerinde olduğu gibi katı atık hizmetlerinde de işbirliği ve eşgüdümü gerektirmektedir. Yeni yasal düzenlemelerle teşvik edilen mahalli idare birlik modeli uygulamaları, yerel düzeydeki çevresel hizmetlerin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Benzer çevre sorunlarıyla karşı karşıya bulunan belediyelerin ortaklaşa kurdukları birliklerin faaliyetlerinin, zamanı ve finansman kaynaklarını daha verimli kullanmak açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda, mahalli idare birlikleri tarafından yürütülen katı atık projelerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca, bölgesel kalkınma politikaları kapsamında, bölgesel ölçekli çevre sorunlarının çözülmesinde de hizmet birlikleri modellerinin kullanılması faydalı görülmektedir. Nitekim AB destekli bölgesel kalkınma projelerinde hizmet birliklerinin kurulması tavsiye edilmektedir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2008–2012).

2005 yılında Türkiye'de katı atık yönetiminin mevcut durumunun belirlenmesi uluslararası bir konsorsiyum tarafından hazırlanmış olan Türkiye için Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (YMÇYP) AB Projesi'nde ele alınmıştır. Bu proje çerçevesinde Türkiye'nin katı atık sektörü alanında mevcut durumu belirlenmiş ve AB Düzenli Depolama Direktifi ile Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi'ne uyum için finansman ihtiyacı analizi yapılmıştır. YMÇYP Projesi'ne göre Türkiye'de yaygın olarak kullanılan atık toplama metodu, kaldırım kenarına bırakılan plastik torbalar ve çok katlı binalarda yaşayan nüfusa hizmet veren büyük atık konteynerlerden oluşmaktadır. Türkiye'de atık toplama sıklığının şehirlerde her gün iken, küçük yerleşimlerde haftada 1-3 sefere kadar değiştiği belirtilmiştir. Türkiye genelinde toplama araçlarının hacmi genellikle 7 m^3 ile 13 m^3 arasında değişmektedir. Nüfusu 2000 kişinin altındaki yerleşimlerde yaşayan kırsal nüfus haricinde, belediyenin hizmet alanında yer alan nüfusun yaklaşık olarak tümü düzenli

atık toplama hizmetlerinden yararlanabilmektedir. Türkiye'de atıklar genellikle kontrolsüz bir şekilde düzensiz depolama alanlarına dökülmekle beraber, son dönemlerde düzenli depolama alanları inşasına ve faaliyetlerine hız verilmiştir. Halen toplam 2000 küçük ölçekli ve 50 büyük ölçekli düzensiz depolama sahası bulunmaktadır. Tıbbi atıkların yönetimi ile ilgili ilk yönetmelik 1993 yılında yürürlüğe girmekle birlikte yönetmeliğin uygulanmasında özellikle belediyelerden kaynaklanan bazı eksiklikler söz konusudur. Bugüne kadar pek çok ilçe belediyesinde yeterli sayıda ve teknik kapasitede bertaraf tesisi kurulamamıştır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2008–2012).

4.1. İstanbul'da Mevcut Durum

İstanbul genelindeki 39 ilçeden günlük yaklaşık 15.500 ton evsel katı atık ilçe belediyeleri tarafından toplanmaktadır. Bu atıklar Anadolu Yakasında üç adet (Hekimbaşı, Aydınlı, Küçükbakkalköy) ve Avrupa Yakasında dört adet (Baruthane, Yenibosna, Halkalı ve Silivri) olmak üzere, toplam yedi adet evsel katı atık transfer istasyonuna getirilmektedir. Atıklar bu istasyonlarda küçük hacimli toplama araçlarından İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait daha geniş hacimli araçlara aktarılarak bertaraf edilmek üzere Anadolu Yakasında Şile-Kömürcüoda ve Avrupa Yakasında Kemeburgaz-Odayeri Düzenli Depolama Sahalarına taşınmaktadır. Buna ilave olarak, İstanbul genelinde oluşan her türlü görüntü kirliliğinin giderilmesine yönelik mekanik ekipmanlarla ve elle temizlik çalışmaları yürütülmektedir.

Odayeri Katı Atık Düzenli Depolama sahasının alanı yaklaşık 75 hektar, toplam mevcut kapasitesi ise 25 milyon m^3 olup, sahanın 15 yıllık bir süre için hizmet vermesi planlanmıştır. Kullanılan lotun alanı 4 hektar olup, lot kapasitesi 3.750.000 m^3 tür. Tesise kabul edilen atık türleri ise evsel katı atık, tehlikeli olmayan endüstriyel, moloz (hafriyat atıkları hariç) ve atık pillerden oluşmaktadır. Tesise 21 adet ilçe belediyesinin katı atığı kabul edilmektedir. Kömürcüoda Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından yaptırılmıştır. Depolama sahasının mevcut alanı yaklaşık 107 hektar, toplam kapasitesi ise 48 milyon m^3 olup, sahanın 15 lot üzerinden 20 yıllık bir süre için hizmet vermesi planlanmıştır. Kullanılan lotun alanı 70.000 m^2olup, Lot kapasitesi 6 milyon m^3 tür. Tesislere ilişkin ayrıntılı bilgiler Çizelge 4.1'de gösterilmektedir.

Ambalaj atıkları ile ilgili olarak, İstanbul ilinde 21 adet lisanslı ambalaj atıkları toplama-ayırma tesisi bulunmaktadır. Kaynağında ayrı toplama çalışması Kadıköy, Bağcılar, Esenyurt, Kağıthane, Sarıgazi, Tuzla, Pendik, Sultanbeyli ve Bahçeşehir Belediyelerinde yürütülmektedir. Bakanlıktan lisans almış yıllık ortalama 4.369 ton plastik ambalaj atığı, 94.406 ton kâğıt/karton ve 28 ton cam işleme kapasitesine sahip 12 adet geri dönüşüm tesisi ile ambalaj atıkları ekonomiye geri kazandırılmaktadır.

Çizelge 4.1: Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesislerinin İşletmeye Girdiği Yıl, Kapasitesi, Yüzölçümü ve Tesise Getirilen Atık Miktarı.

YIL	TESİS ADI	İL ADI	BELEDİYE ADI	TESİSİN İŞLETMEYE GİRDİĞİ YIL	TESİSİN KAPASİTESİ (ton)	DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİNİN YÜZÖLÇÜMÜ (HEKTAR)	TESİSE GETİRİLEN ATIK MİKTARI (ton/yıl)
2005	ODAYERİ EVSEL ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA VE BERTARAF TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	83447000	75	2960934
2005	KÖMÜRCÜODA EVSEL ATIK	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	36500000	90	1659565
2005	KEMERBURGAZ GERİ KAZANIM VE KOMPOST TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	2002	365000	-	200000
2005	KEMERBURGAZ TIBBİ ATIK YAKMA TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	8760	-	9864
2005	DÜZENLİ DEPOLAMA	İSTANBUL	SİLİVRİ	2004	70000	1	43000
2006	ODAYERİ EVSEL ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA VE BERTARAF TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	83447000	75	3015309
2006	KÖMÜRCÜODA EVSEL ATIK	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	36500000	90	1691058
2006	KEMERBURGAZ GERİ KAZANIM VE KOMPOST TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	2002	365000	-	138968
2006	KEMERBURGAZ TIBBİ ATIK YAKMA TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	8760	-	5722
2008	ODAYERİ EVSEL ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA VE BERTARAF TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	83447000	75	3433357
2008	KÖMÜRCÜODA EVSEL ATIK	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	36500000	98	1863254
2008	KEMERBURGAZ GERİ KAZANIM VE KOMPOST TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	2002	365000	-	139346
2008	KEMERBURGAZ TIBBİ ATIK YAKMA TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	8760	-	14299
2010	ODAYERİ EVSEL ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA VE BERTARAF TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	83447000	75	3680832

Çizelge 4.1(devam) : Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesislerinin İşletmeye Girdiği Yıl, Kapasitesi, Yüzölçümü ve Tesise Getirilen Atık Miktarı.

2010	KÖMÜRCÜODA EVSEL ATIK	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	36500000	98	1999814
2010	KEMERBURGAZ GERİ KAZANIM VE KOMPOST TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	2002	365000	-	158204
2010	KEMERBURGAZ TIBBİ ATIK YAKMA TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	1995	8760	-	17274
2010	İSTANBUL ENDÜSTRİYEL ATIK BERTARAF TESİSİ	İSTANBUL	BÜYÜKŞEHİR	2010	400000	4	5098

Kaynak: TÜİK.

5. KATI ATIK YÖNETİMİ MALİYET ANALİZİ: EKONOMETRİK UYGULAMALAR

Çalışmanın ampirik uygulama kısmı iki bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden ilki İstanbul genelindeki ilçe belediyelerini kapsarken diğer bölüm Türkiye genelindeki ilçe belediyelerini ele almaktadır. İstanbul ilçe belediyeleri için oluşturulan bölümde yatay kesit analizi yapılmış olup optimal ölçeğin belirlenmesi hedeflenmiştir. Aynı bölümdeki diğer analiz olan panel veri analizi bölümünde ise analize zaman boyutu dahil edilerek girdi fiyatlarındaki değişimlerin belediyelerin maliyetlerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Takip eden bölümdeki Türkiye analizinde ülke genelindeki ilçe belediyeleri nüfus büyüklüklerine göre gruplandırılmıştır. Nüfusu 30000 kişiden küçük belediyeler birinci grubu, nüfusu 30000 ile 100000 kişi arasındaki belediyeler ikinci grubu ve nüfusu 100000 kişinin üzerindeki belediyeler ise üçüncü grubu oluşturmuştur. Ampirik uygulamanın teorik temeli ise Stevens (1978)'ın çalışmasından yararlanılarak, Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan maliyet fonksiyonunun türetilmesi ile oluşturulmuştur. İlgili denklemlerin çözümü çalışmanın ekler kısmında verilmiştir.

5.1. İstanbul İlçe Belediyeleri Analizi

İstanbul ilçe belediyeleri üzerine yapılan analizlerin ilkinde, panel veri kullanılarak, atık toplama maliyetini etkileyen faktörler incelenmiş, ikinci bölümde ise yatay kesit analizi ile maliyet fonksiyonları tahmin edilmiştir.

5.1.1. Panel Veri Analizi: Katı Atık Maliyetini Etkileyen Faktörler

İstanbul belediyeleri için yapılan panel veri analizinde, 2001-2010 yılları arasındaki İstanbul ilçe belediyelerine ait yıllık veriler kullanılmış ve TÜİK'ten alınan 32 belediyenin gözlemlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın kapsadığı tarihlerde İstanbul ilçe belediyelerinin sınırları ve sayısı değişmiş olduğundan, çalışmaya bu

değişimden önceki ilçe belediyeleri dâhil edilmiştir[1]. TÜİK'ten alınan verilerde belde belediyelerine ait veriler ayrı olarak verildiğinden, bu veriler ait olduğu ilçe belediye verilerine katılarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Bohm vd. (2010)'nin çalışmasından yola çıkılarak, maliyetleri etkileyebileceği düşünülen değişkenler ile tahmin denklemi oluşturulmuştur. Ancak, verisi temin edilemeyen değişkenler analiz dışında bırakılmıştır. Bu bilgiler ışığında tahmin edilen atık yönetimi maliyet fonksiyonu aşağıda verilmiştir:

$$Ln(TC_{it}) = \alpha_i + \beta_1 ln(Q_{it}) + \beta_2 ln(ücret_{it}) + \beta_3 ln(benzin_{it}) + \beta_4 Ln(TC_{it-1}) + \varepsilon_{it} \quad \textbf{(5.1)}$$

Bu fonksiyondaki α ve β, tahmin edilen parametreleri temsil ederken, ε ise ortalaması sıfır ve varyansı sabit olan hata terimini göstermektedir. Bu terim, maliyeti etkileyen fakat gözlemlenemeyen tüm diğer değişkenleri içermektedir. İndislerden i belediyeye, t ise zamana karşılık gelmektedir. Sabit terim, eğim katsayısı ve hata terimi hakkında yapılan varsayımlara bağlı olarak panel veri regresyonu değişik şekillerde tahmin edilebilir. Hangi modelin daha iyi olduğuna karar vermek için, Likelihood Ratio ve Hausman testlerine başvurulur. Sabit etkiler modelinde her bir yatay kesitin, kendine ait bir sabit değeri (fixed intercept value) bulunmaktadır. Diğer tarafta, rassal etkiler modelinde α_1 sabiti bütün yatay kesit sabitlerinin ortalama bir değerini göstermekte ve hata bileşeni ε_i yatay kesite özgü sabitin bu ortalama değerden rassal sapmalarını ifade etmektedir. Hausman test istatistiği, yatay kesite özgü bireysel etkiler (ε_i) ile açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonu test etmekte olup asimptotik $\chi 2$ dağılımına sahiptir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, tesadüfi etkiler modeline karşı sabit etkiler modelinin kabul edilmesi gerektiği sonucuna ulaştırmaktadır. Bu bağlamda hipotezler aşağıdaki gibi de oluşturulabilmektedir (Hausman, 1978):

H0:E(εi|Xit) = 0 (εi) ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon yok.

H1:E(εi|Xit) ≠ 0 (εi) ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon var.

[1]06.03.2008 tarihinde kabul edilen 5747 sayılı kanunla Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde ilçe kurulması ve bazı kanunlarda değişiklik yapılması hakkında kanunun yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ile İstanbul'daki ilk kademe belediyelerinin tüzel kişilikleri kaldırılmış, Eminönü Belediyesinin tüzel kişiliği kaldırılarak mahalleleriyle birlikte Fatih Belediyesine katılmış ve Arnavutköy, Ataşehir, Başakşehir, Beylikdüzü, Çekmeköy, Esenyurt, Sancaktepe, Sultangazi isimleri ile yeni ilçeler kurulmuştur. İstanbul ilinde 32 olan ilçe sayısı 39 olmuştur.

Sıfır hipotezi modeldeki açıklayıcı değişkenler ile hata terimleri arasında ilişkinin olmadığını göstermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilememesi durumunda tesadüfi etkiler modelinin seçilmesi uygun olmaktadır. Aksi durumda sıfır hipotezi reddediliyorsa sabit etkiler modelini kullanmak uygun olacaktır. Bir diğer yaklaşıma göre ise panel veri analizinde ilgi, belirli N yatay kesit üzerinde ise, sabit etkiler modelinin daha uygun olacağıdır. Çalışmada İstanbul belediyeleri belirli bir yatay kesiti oluşturduklarından sabit etkiler modelinin tercih edilmesi daha uygun bulunmaktadır. Yatay kesit gözlemlerin belli bir zaman dönemi içinde bir araya getirilerek oluşturulan panel veri analizi, beraberinde zaman serisi özelliklerini ve sorunlarını da getirmektedir. Eğer verilerde birim kökün varlığı tespit edilirse, sahte regresyon sorunu panel veri analizinde de ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda kullanılan veriler Eviews 5 ve Eviews 7 Programı ile analiz edilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve İstatistiksel Özellikleri

Çalışmamıza konu olan faktörler yıllık bazda ve logaritmik transformasyona tabi tutulmak suretiyle analize dâhil edilecektir. Tüm değişkenler Çizelge 5.1'de tanımlanmış ve Çizelge 5.2'de değişkenlerin betimleyici istatistikleri sunulmuştur. 'TC_{it}' ilçe belediyelerinin atık yönetimine ilişkin yıllık cari harcamalarını temsil etmektedir. Bu maliyet verilerini enflasyondan arındırmak için TÜFE endeksi kullanılmıştır. TÜİK' te 1996 ve 2003 yılları baz alınarak oluşturulan iki ayrı endeks değerleri, 2003 yılı fiyatları baz alınarak birleştirilmiştir. Değişkenlerden, 'Q_{it}' bir yılda toplanan atık miktarını göstermektedir. '$benzin_{it}$' değişkeni TL cinsinden yıllık ortalama benzin fiyatlarını göstermektedir. '$ücret_{it}$' ise yine ilgili yıllara ait enflasyondan arındırılmış asgari ücret verileridir. Panel veri analizi zaman boyutunu da içerdiğinden, zaman serisi modellerinde görülen bazı problemler bu analizde de görülmektedir. Zaman serilerinde en sık karşılaşılan problemlerden biri olan değişkenlerin durağan olmama durumları Augmented Dickey Fuller birim kök testi ile test edilmiştir.

Çizelge 5.1: Değişkenler

Değişkenler		**Kaynak**
$\mathbf{TC_{it}}$	Yıllık atık yönetimi maliyeti (TL) (reel)	TÜİK
$\mathbf{Q_{it}}$	Bir yılda toplanan toplam atık miktarı (kg)	TÜİK
$\mathbf{Benzin_{it}}$	Benzin fiyatları(TL)	Petrol Sanayi Derneği
$\mathbf{Ücret_{it}}$	Asgari ücret (TL) (reel)	T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Değişkenlere ilişkin istatistiki özetler Çizelge 5.2' de verilmiştir. Buna göre,

- 2001-2010 döneminde 31 belediyeye ait yıllık reel atık yönetimi maliyeti maksimum 27.806.620 TL ve minimum 301.659 TL değerini almıştır.
- Aynı dönemde maliyetlerin maksimum değeri, ortalamasının yaklaşık 3 katına karşılık gelmektedir. Söz konusu dönemde maliyet değişkeni, ortalamasının %62 sine denk gelen standart sapma göstermiştir.
- Değişkenliğin ifadesi olan standart sapma oldukça yüksek çıkmıştır.
- Ayrıca verilerin normalliğini sınayan Jarque Bera[2] normallik sınamasına göre kalıntıların normal dağıldığını öne süren sıfır ön savı tüm değişkenler için reddedilmiştir.

Çalışmanın devamında analize dâhil edilen her bir değişken tek tek ele alınarak grafiksel olarak incelenecektir.

[2] Eğer bir uygulamada hesaplanan ki-kare istatistiğinin p değeri yeterince düşükse, kalıntıların normal dağıldığını öne süren sıfır ön savı reddedilebilir. Ama p değeri yüksekse normallik varsayımı reddedilemez.

Çizelge 5.2: Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri.

	TC	benzin	ücret	Q	nüfus
Ortalama	9.307.697	2,395	365,58	1,57E+08	356.537
Ortanca	8.778.928	2,550	397,65	1,50E+08	314.478
Maksimum	27.806.620	3,680	417,92	3,56E+08	1.007.450
Minimum	301.659	1	257,83	9.903.000	11.744
Standart Sapma	5.801.812	0,812	56,03	75.884.245	213.452
Çarpıklık	0,716	-0,217	-0,882	0,377	0,657
Basıklık	3,313	1,906	2,053	2,520	3,017
Jarque-Bera	24,579	15,817	45,817	9,127	21,27
Olasılık	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000

Çalışmada durağanlığın test edilmesi için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillip Peron sınamaları kullanılmıştır. Değişkenlerin birim kök testleri Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3: Serilerin Düzey Değerlerinde Birim Kök Test Sonuçları

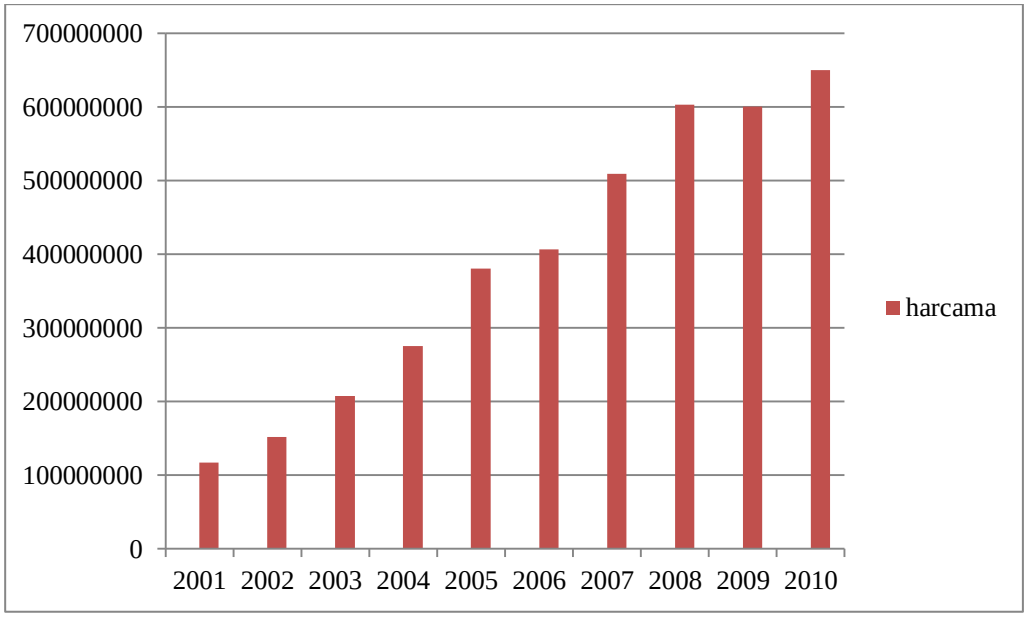
Değişken	**ADF İstatistiği**	**Olasılık**	**PP İstatistiği**	**Olasılık**
LNTC	86,919	0,020	108,769	0,000
LNQ	137,294	0,000	106,344	0,000
LNUCRET	116,611	0,000	371,294	0,000
LNBENZIN	113,239	0,000	578,193	0,000

Atık Yönetimi Cari Harcamaları

Cari harcamalar, personel ödemeleri, sosyal güvenlik kurumlarına yapılan ödemeler, ekipman ve sarf malzemesi alımları, enerji kullanımı, hizmet alımlarını içerir. Katı atık hizmetleri üzerine yapılan pek çok çalışmada, toplam katı atık yönetimi hizmetleri içerisinde en büyük maliyet kalemini toplama hizmetlerinin oluşturduğu belirtilmektedir.

Çizelge 5.4'de 2001-2010 dönemine ait atık yönetimi maliyetlerinin ortalamalarının yıllara göre değişimi gösterilmektedir. Söz konusu çizelge incelediğinde, atık yönetim harcamalarının yıllar itibari ile artış gösterdiği, 2008 yılından sonra ise azaldığı ve özellikle 2002 ve 2004 yıllarında ivme kazandığı görülmektedir. 2004 yılında yürürlüğe giren Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Yönetmeliği ile atıkların geri kazanım çalışmalarına hız verilmiştir. Bu amaçla pilot mahallelere kumbara yerleştirilmesi, poşet dağıtılması gibi faaliyetler gerçekleştirilmiş ve bu da belediyelerin bu alandaki harcamalarını arttırmalarını gerektirmiştir.

Çizelge 5.4: 2001-2010 Dönemi İlçe Belediyelerinin Toplam Atık Yönetimi Harcamaları



Kaynak: TÜİK'ten elde edilen verilerle hazırlanmıştır. (2003 Yılı Fiyatlarıyla)

Toplam Atık Miktarı

Çizelge 5.5'den görüldüğü gibi atık miktarının en yüksek olduğu belediyeler, Gaziosmanpaşa, Bağcılar, Kadıköy gibi nüfusu en yüksek olan belediyelerdir.

Çizelge 5.5: 2011 Yılı İstanbul İlçe Belediyelerine Ait Atık Yönetimi Faaliyetlerine İlişkin Bilgiler

İLÇELER	ORTALAMA ARAÇ KAPASİTESİ	ARAÇ SAYISI	MİKTAR (TON)	SEFER SAYISI	TON BAŞINA MALİYETLER (TL)
Adalar	15	7	35	6	69.23
Ataşehir	12	24	413	76	74.32
Arnavutköy	13	24	152	18	47.82
Avcılar	17	12	337	32	38.35
Bağcılar	13	38	691	85	49.68
Bahçelievler	11	35	562	85	61.08
Bakırköy	13	20	327	46	56.81
Başakşehir	14	18	320	36	45.43
Bayrampaşa	14	28	327	44	54.34
Beşiktaş	10	25	330	72	88.11
Beykoz	11	33	265	34	51.81
Beyoğlu	8	27	360	124	139.10
Beylikdüzü	15	24	220	24	44.06
Büyükçekmece	17	21	213	23	43.61
Çatalca	13	12	57	8	56.68
Çekmeköy	13	19	169	21	50.18
Esenler	15	27	344	36	42.26
Esenyurt	14	56	458	50	44.09
Eyüp	13	36	327	54	66.69
Fatih	10	54	699	124	71.64
Gaziosmanpaşa	12	24	401	44	44.31
Güngören	15	23	295	40	54.76
Kadıköy	11	45	653	109	67.41
Kağıthane	13	39	421	63	60.43
Kartal	9	28	453	67	59.73
Küçükçekmece	13	27	673	83	49.81
Maltepe	9	23	457	68	60.09
Pendik	14	23	550	59	43.32
Sancaktepe	12	7	249	23	37.30
Sarıyer	12	39	550	49	35.98
Silivri	12	26	189	27	57.69
Sultanbeyli	11	19	220	23	42.22
Sultangazi	14	25	390	39	40.38

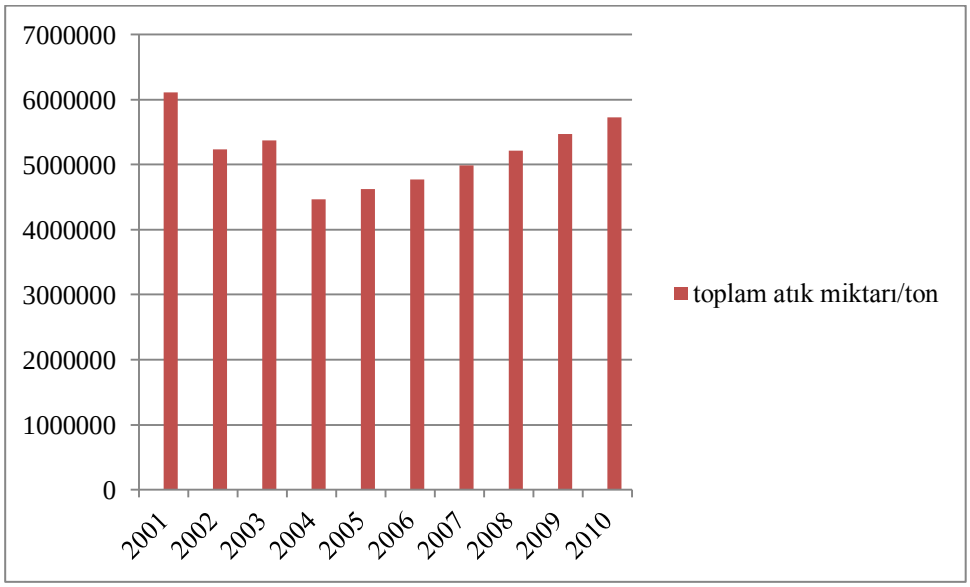
Çizelge 5.5 (devam): 2011 Yılı İstanbul İlçe Belediyelerine Ait Atık Yönetimi Faaliyetlerine İlişkin Bilgiler.

Şile	13	8	40	8	80.77
Şişli	7	35	466	110	95.33
Ümraniye	11	39	593	82	55.84
Üsküdar	15	39	579	76	53.01
Tuzla	10	11	221	28	51.17
Zeytinburnu	12	34	317	48	61.15

Kaynak: İstanbul İçin Evsel Katı Atıkların Toplanması, Taşınması, Bertarafı ve Genel Kent Temizliğine İlişkin Maliyetler, Atık Yönetimi Müdürlüğü

Çizelge 5.6'da yıllar itibari ile toplanan ortalama atık miktarı verilmiştir. Buna göre toplanan ortalama atık miktarındaki 2004 yılına kadarki genel eğilim düşme yönünde iken bu yıldan sonra artış trendine geçmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ilçelerden depolama alanına gelen atık miktarlarında düzensiz artış ve yükselişler tespit edilmiştir. Bu değişimin önemli nedenlerinden biri geri dönüşüm uygulamalarıdır. İlçelerde geri dönüşüm yapan firma sayısı 1-2 tane ile sınırlıdır. Bunların dışında yasal olmayarak çalışan sokak çöp toplayıcıları da bulunmaktadır. Yasal ve yasal olmadan yapılan geri dönüşüm uygulamalarındaki aksaklıklar depolama alanına gelen atık miktarlarının da değişimine neden olmaktadır. Özellikle yasal olmayan toplama şekli, verilerin düzgün tutulmasının önündeki engellerden biridir.

Çizelge 5.6: Yıllara göre toplanan atık miktarı (ton).



Ücretler

Kamu ihale kurulunun belirlediği ücretler asgari ücretin katları üzerinden verilmektedir. Bu nedenle çalışmada asgari ücret verisi kullanılmıştır. Ücret verisi sadece zaman boyutunda farklılık göstermektedir. Harcama değişkeninde olduğu gibi asgari ücretler de TÜFE endeksi kullanılarak enflasyondan arındırılmıştır.

Benzin Fiyatı

Aktarma istasyonlarına uzaklık ve araç sefer sayısı ile doğru orantılı olarak maliyetlere etkisi açısından benzinin litre fiyatı analize dâhil edilmiştir.

Çizelge 5.7'de ise bu açıklayıcı değişkenler ile elde edilen atık yönetimi maliyetlerine ilişkin tahmin sonuçları sunulmaktadır. Oluşturulan tahmin denkleminde atık yönetim maliyeti ile nüfus büyüklüğü arasında anlamlı bir ilişki bulanamadığından modelden çıkarılmıştır. Analiz sonucunda, modelde heteroskedastisite olmadığı sıfır ön savı White testi ile test edilmiş ve sıfır hipotezi reddedilmiştir. Bu nedenle Heteroskedastisite tutarlı kovaryans matrisi ile hesaplanan modelde heteroskedastisite ortadan kalkmamakla beraber heteroskedastisitenin modelde yaptığı varyansların büyük veya küçük tahmin edilmesinden kaynaklanan tahribat ortadan kaldırılmıştır. Çizelge 5.7 incelendiğinde, atık yönetim maliyetleri ile reel ücretlerin, benzin fiyatlarının ve atık miktarının logaritmik değerinin anlamlı bir ilişki içinde olduğu görülmektedir. Buna göre reel ücret değişkeninin önündeki katsayı maliyetlerin ücretlere göre esnekliğini göstermektedir. Reel ücretlerdeki % 1'lik artış, maliyetleri % 0,39 oranında arttırmaktadır. Benzin fiyatı değişkeninin önündeki katsayı ise maliyetlerin benzin fiyatına göre esnekliğini göstermektedir. Benzin fiyatındaki % 1'lik artış, maliyetleri % 0,51 oranında arttırmaktadır. Atık miktarının önündeki katsayı da maliyetlerin miktara göre esnekliğini vermektedir. Atık miktarındaki % 1'lik artış maliyetleri % 0,26 oranında arttırmaktadır.

Çizelge 5.7: Tahmin Denklemi 1.

Metot: Panel EGLS (yatay kesit-ağırlıklı) Örneklem: 2002 2010 Yatay kesit: 31 Toplam(dengesiz) panel gözlemleri: 234 White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi				
Değişken	Katsayı	S. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	4.719	3.262	1.446	0.149
LNQ	0.257	0.103	2.496	0.013**
LNUCRET	0.391	0.211	1.853	0.065**
LNBENZIN	0.517	0.100	5.172	0.000***
LNTC(-1)	0.225	0.076	2.922	0.003***
Yatay kesit- Sabit etkiler modeli (kukla değişkenler)				
Ağırlıklandırılmış İstatistikler				
R-kare	0.932	Bağımlı değ. Ort.	23.58113	
Uyarlanmış R-kare	0.921	Bağımlı değ. SD	11.25802	
Regresyonun SE	0.256	Kalıntı kareleri toplamı	13.04801	
F-istatistiği	81.31	Durbin-Watson İstatistiği	1.855240	
Olasılık(F-İstatistik)	0.000			
Ağırlıklandırılmamış İstatistikler				
R-kare	0.906	Bağımlı değ. Ort.	15.878	
Kalıntı kareleri toplamı	13.573	Durbin-Watson İstatistiği	1.981	

Not: (*,**,***; Katsayılar, %10,%5,%1anlamlılık düzeyindedir.)

Çizelge 5.7'de toplam atık miktarının tahmin edilen katsayısı yaklaşık 0,26 değerini almaktadır. İstanbul ilçe belediyelerinin toplamı için bu değer birden küçük olduğundan ($\frac{1}{\alpha+\beta} < 1$) ölçek ekonomileri durumu söz konusudur (Stevens, 1978).

5.1.2. Yatay Kesit Analizi: Ölçek Ekonomileri

Ölçek ekonomilerini araştırmak üzere yapılan yatay kesit veri analizi ile toplam maliyet fonksiyonu tahmin edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan kübik fonksiyon ile tahmin edilen denklem, marjinal ve ortalama maliyet eğrilerinin 'U' biçiminde olmasına izin vermektedir. Ölçek ekonomisi aşağıdaki denklemlerde ifade edildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$SCE = 1 - Ec \quad \textbf{(5.2)}$$

$$Ec = \frac{\Delta C/\Delta Q}{C/Q} = \frac{MC}{AC} \quad \textbf{(5.3)}$$

Burada SCE, ölçek ekonomileri; Ec, maliyet esnekliği; MC, marjinal maliyet ve AC ortalama maliyet anlamındadır. Ec ise çıktıdaki %1'lik artışın maliyeti yüzde kaç oranında değiştirdiğini göstermektedir. Ec, 1'e eşit olduğunda marjinal ve ortalama maliyet de birbirine eşit olmaktadır. Bu durumda maliyetler üretim ile orantılı olarak artmakta olup ne ölçeğe göre artan ne de azalan getiriler söz konusudur. Bu değerin 1'den küçük olması ise pozitif ölçek ekonomilerini gösterirken, 1'den büyük olması negatif ölçek ekonomileri olarak tanımlanmaktadır (Pindyck ve Rubinfeld, 2001).

Ölçek ekonomilerini araştırmak üzere kullanılan kübik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$\ln(TC_i) = \beta_1 \ln(Q_i) - \beta_2 (\ln(Q_i))^2 + \beta_3 (\ln(Q_i))^3 + \varepsilon_i \quad \textbf{(5.4)}$$

Bu fonksiyonda β_1, β_2 ve β_3 tahmin edilen parametreleri temsil ederken, ε ise ortalaması sıfır ve varyansı sabit olan hata terimini göstermektedir. İndislerden i belediyeyi tanımlamaktadır. Çıktı miktarının logaritmasının kuadratik ve kübik formu, atık miktarı ile marjinal ve ortalama maliyet arasında lineer olmayan bir ilişkiye izin vermektedir (Bohm vd., 2010).

Bütün bu bulgular neticesinde, marjinal maliyet tahminleri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Carlos ve Augusto, 2008).

$$\frac{\partial TC}{\partial Q_i} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Q_i} * \frac{TC}{Q_i} \quad \textbf{(5.5)}$$

Analizde Kullanılan Değişkenler

Yatay kesit analizde İstanbul belediyeleri için 2011 yılına ait veriler kullanılmıştır. Veriler TÜİK' ten alınmış olup analize uygun biçimde düzenlenmiştir. Bağımlı değişken olan maliyet değişkeni belediyelerin atık yönetimi cari harcamalarından oluşmaktadır. Bunu etkileyen en önemli unsurlardan biri ise ilçede üretilen atık miktarıdır. Atık miktarının ise nüfus büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik göstermesi beklenmektedir. İstanbul belediyeleri nüfus bakımından incelendiğinde Adalar, Çatalca ve Şile belediyeleri dışında diğer belediyelerin nüfusunun 100.000'in

üzerinde olduğu görülmektedir. Maliyetleri etkileyebilecek diğer değişkenler ise belediyelerin sahip olduğu araç sayısı ve araç kapasitesidir. Araç kapasitesi arttıkça, düzenlenen sefer sayısı azalacağından, maliyetlerin de azalması beklenmektedir.

İstanbul İlçe Belediyeleri Tahmin Sonuçları

Çalışma 2011 yılı verileri ile İstanbul'daki 39 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Aşağıdaki çizelge de özetlendiği gibi, toplanan atıl miktarı 12.775 ton ile 255.135 ton arasında değişiklik göstermektedir. Yıllık maliyet ise 884.413 TL ile 18.277.871 TL arasında farklılık göstermektedir. Çizelgedeki her iki değişkenin ortancasının ortalamasından küçük oluşu, örneklemin büyük ilçelere nazaran daha çok küçük belediyelerden oluştuğunu göstermektedir.

Çizelge 5.8: Betimleyici İstatistikler.

	Q	TC
Ortalama	134.048	7.725.447
Ortanca	123.005	6.780.558
Maksimum	255.135	18.277.871
Minimum	12.775	884.413
Standart Sapma	64.657	4.635.228
Çarpıklık	0,117	0,656
Basıklık	2,386	2,694
Jarque-Bera	0,700	2,950
Olasılık	0,704	0,228

En küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen parametrelere ilişkin istatistiki bilgiler aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir. Tahmin edilen tüm katsayılar %1 güven düzeyinde anlamlıdır. R^2 (0,86) değerinin yüksek oluşu, maliyet verisindeki varyasyonun, miktar verisi ile büyük ölçüde açıklanabildiğine işaret etmektedir. Bu sonuçlar marjinal ve ortalama maliyet eğrilerinin tahmin edilmesinde kullanılabilmektedir.

Çizelge 5.9: Tahmin Denklemi 2.

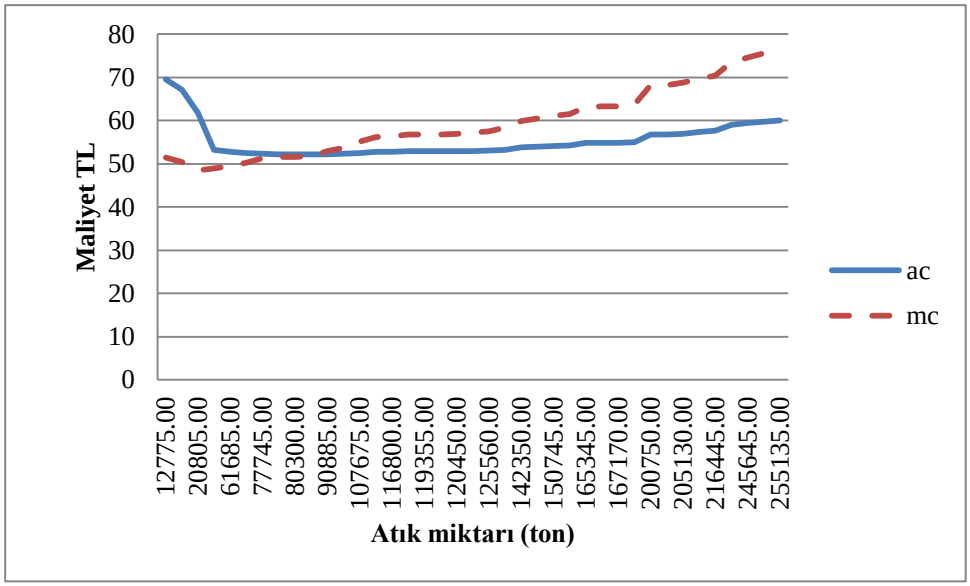
Metot: En küçük kareler Gözlemler: 39 White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	3.201	0.458	6.982	0.000***
$(LNQ)^2$	-0.295	0.083	-3.540	0.001***
$(LNQ)^3$	0.011	0.003	3.090	0.003***
R-kare	0.865	Bağımlı değ. Ort.		15.644
Uyarlanmış R-kare	0.858	Bağımlı değ. SD		0.731
Regresyonun SE	0.275	Akaike kriteri		0.332
Kalıntı kareleri toplamı	2.730	Schwarz kriteri		0.460
Log likelihood	-3.487	Durbin-Watson		1.867

Not: (*,**,***; Katsayılar, %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

Tahmin edilen fonksiyona göre;

$$LNTC = 3.201*(LNQ)_i - 0.295*(LNQ)_i^2 + 0.011*(LNQ)_i^3 + \varepsilon_i \qquad \textbf{(5.6)}$$

Toplam maliyet fonksiyonundan hesaplanan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Çizelge 5.8'de gösterilen minimum atık miktarı olan 12.775 inci ton atığın marjinal toplama maliyeti 51,44 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyetin, belediyelerden toplanan ortalama atık miktarı (134.048 ton) için 58,74 TL'ye ve atık miktarının medyanı (123.005 ton) için 57,24 TL'ye yükseldiği görülmektedir. Örneklemdeki atık miktarının maksimum değerinin yani 255.135 inci ton atığın tahmin edilen marjinal maliyeti ise 75,98 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi marjinal ve ortalama maliyet bir noktaya kadar azalmakta o noktadan sonra ise artma eğilimi göstermektedir. Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 80.665 ton atık toplanırken ortalama ve marjinal maliyet değeri sırasıyla 52,24 TL ve 51,69 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, yaklaşık 80.665 ton atık toplanan örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 200.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır.



Şekil 5.1: Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri (İstanbul İlçe Belediyeleri)

Bu tahminlere göre, ortalama maliyetin minimum olduğu atık miktarı 80.665 tondur. Dolayısıyla, atık toplama maliyetleri için ölçek ekonomileri yıllık 80.665 tonun altında toplanan atık miktarı için geçerlidir.

Tahmin denklemi genişletilerek araç sayısı (as) ve ortalama araç kapasitesi (oak) değişkenleri analize dâhil edilmiştir.

Çizelge 5.10: Tahmin Denklemi 3

Bağımlı değişken: LNTC
Metot: En küçük kareler
Gözlemler: 39
White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	3.306	0.359	9.206	0.000***
$(LNQ)^2$	-0.281	0.066	-4.209	0.000***
$(LNQ)^3$	0.010	0.003	3.339	0.002***
AS	0.004	0.003	1.249	0.220
OAK	-0.077	0.020	-3.848	0.000***

R-kare	0.923	Bağımlı değ. Ort.	15.644
Uyarlanmış R-kare	0.914	Bağımlı değ. SD	0.731
Regresyonun SE	0.214	Akaike kriteri	-0.123
Kalıntı kareleri toplamı	1.562	Schwarz kriteri	0.090
Log likelihood	7.400	Durbin-Watson	2.158

Not: (*,**,***; sırasıyla %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

Belediyelerin sahip olduğu araç sayısı ile maliyetler arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmazken, ortalama araç kapasitesindeki bir metreküplük artışta, maliyetler % 8

azalmaktadır. Bu sonuç, ortalama araç kapasitesi arttıkça düzenlenen sefer sayısının azalmasına bağlı olarak yakıt tüketiminin düştüğünü ve böylece maliyetlerin de azaldığını doğrulamaktadır.

5.2. Türkiye'deki Tüm İlçe Belediyelerin Maliyet Analizi

Türkiye belediyeleri kapsamında yapılan analizde toplam 652 ilçe belediyesi analize dahil edilmiştir. Sonrasında ise demografik ve coğrafi yapılarındaki farklılıklar nedeni ile daha anlamlı sonuçlara ulaşılması açısından belediyeler nüfus büyüklüklerine göre gruplandırılmış; nüfusu 30.000'den az olan belediyeler 'küçük belediye', nüfusu 30.000 ile 100.000 kişi arasındaki belediyeler 'orta büyüklükte belediye' ve nüfusu 100.000 kişinin üzerindeki belediyeler ise 'büyük belediye' olarak adlandırılmıştır.

İlk olarak Türkiye genelindeki tüm ilçe belediyeleri ile oluşturulan analizin tahmin edilen parametre değerleri aşağıdaki çizelgede ifade edildiği gibidir.

Çizelge 5.11: Tahmin Denklemi 4: Tüm Belediyeler

Bağımlı değişken: LNTC
Metot: En küçük kareler
Örneklem: 1 652
White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	3.329	0.161	20.61	0.000***
$(LNQ)^2$	-0.340	0.033	-10.25	0.000***
$(LNQ)^3$	0.014	0.001	8.90	0.000***

R-kare	0.667	Bağımlı değ. Ort.	13.737
Uyarlanmış R-kare	0.666	Bağımlı değ. SD	1.938
Regresyonun SE	1.119	Akaike kriteri	3.068
Kalıntı kareleri toplamı	812.361	Schwarz kriteri	3.089
Log likelihood	-995.806	Durbin Watson	1.990

Not: (*,**,***; sırasıyla %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

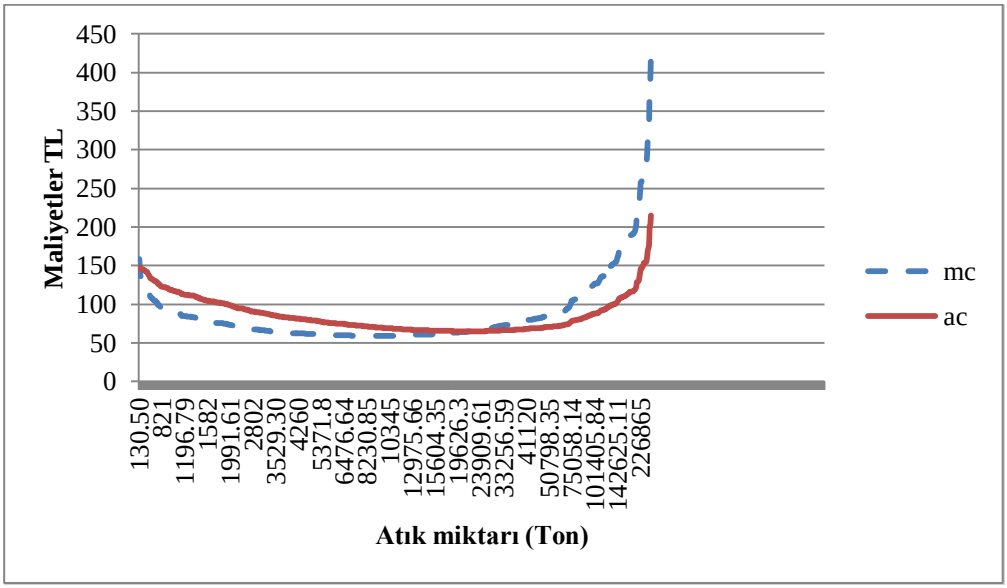
Tahmin edilen modele göre;

$$Ln(TC_i) = 3.329*\ln(Q_i) - 0.34*\ln(Q_i)^2 + 0.014*\ln(Q_i)^3 + \varepsilon_i \qquad \textbf{(5.7)}$$

Çizelge 5.11'deki tahmin sonuçlarından oluşturulan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. 130 uncu ton atığın

marjinal toplama maliyeti 158,50 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyetin, belediyelerden toplanan ortalama atık miktarı (35.137 ton) için 73,95 TL' ye ve atık miktarının medyanı (10.864 ton) için 59,42 TL'ye düştüğü görülmektedir. Örneklemdeki atık miktarının maksimum değerinin yani 372.650 inci ton atığın tahmin edilen marjinal maliyeti ise 422,15 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi marjinal ve ortalama maliyet bir noktaya kadar azalmakta o noktadan sonra ise artma eğilimi göstermektedir. Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 22 000 ton atık toplanırken, ortalama ve marjinal maliyet değeri 65,07 TL ve 65,02 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, yaklaşık 22 000 ton atık toplanan örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 100.000-150.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır.

Yukarıdaki Çizelgedeki tahmin sonuçlarından oluşturulan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.2: Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri (Tüm Belediyeler)

Dolayısıyla, Türkiye genelinde ortalama maliyetin minimum olduğu noktada, toplanan atığın 22000 ton civarında olduğu ve bu atık miktarına tekabül eden nüfus büyüklüğünün 100.000-150.000 kişi olduğu göz önüne alınırsa, etkin bir yönetim için gerekli minimum nüfus büyüklüğü 150.000 kişidir. Bir başka deyişle, nüfusu 100.000-150.000 arasındaki bir belediye için, ortalama 22.000 ton atığı toplayacak şekilde bir atık yönetim sistemi oluşturulduğunda, toplanan atık tonu başı maliyet minimize edilecektir.

İrili ufaklı 652 belediyeden oluşan örneklemin son derece heterojen olması nedeniyle tahminlerde bir yanlılık olması ihtimaline karşın, tahminler daha homojen gruplar için tekrarlanmıştır. Coğrafi ve demografik özellikleri göz önüne alınarak gruplara ayrılan belediyelerden ilk grup için yapılan çalışma 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 30000'den az olan 258 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Aşağıdaki çizelge de özetlendiği gibi, toplanan atık miktarı 130 ton ile 27.748 ton arasında değişiklik göstermektedir. Yıllık maliyet ise 955 TL ile 3.258.000 TL arasında farklılık göstermektedir. Çizelgedeki her iki değişkenin de ortancasının ortalamasından küçük oluşu, örneklemin büyük ilçelere nazaran daha çok küçük belediyelerden oluştuğunu göstermektedir.

Çizelge 5.12: Betimleyici İstatistikler.

	Q (ton)	TC (TL)
Ortalama	3763	396.017
Ortanca	2507	230.268
Maksimum	27.748	3.258.038
Minimum	130	955
Standart Sapma	3785.873	496.998
Çarpıklık	2.488	2.957
Basıklık	11.831	14.641
Jarque-Bera	1096.232	1818.925
Olasılık	0.000	0.000

Nüfusu en fazla 30.000 kişi ile sınırlı olan belediyeler için yapılan tahmin sonuçları, Çizelge 5.13'te sunulmuştur.

Çizelge 5.13: Tahmin Denklemi 5: Küçük Belediyeler

Bağımlı Değişken: LNTC
Metot: En küçük kareler
Örneklem: 2 258
Ağırlıklı seriler: 1/LNQ
White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi

Değişken	Katsayı	S. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	4.381	0.417	10.48	0.000***
$(LNQ)^2$	-0.569	0.107	-5.277	0.000***
$(LNQ)^3$	0.027	0.006	3.892	0.000***

Ağırlıklandırılmış İstatistikler			
R-kare	0.575	Bağımlı değ. Ort.	12.348
Uyarlanmış R-kare	0.572	Bağımlı değ. SD	1.512
Regresyonun SE	0.988	Akaike kriteri	2.828
Kalıntı kareleri toplamı	233.7	Schwarz kriteri	2.871
Log likelihood	-339.1	Durbin-Watson	2.081

Ağırlıklandırılmamış İstatistikler			
R-kare	0.184	Bağımlı değ. Ort.	12.40
Uyarlanmış R-kare	0.177	Bağımlı değ. SD	1.102
Regresyonun SE	0.999	Kalıntı kareleri toplamı	238.87
Durbin-Watson	2.086		

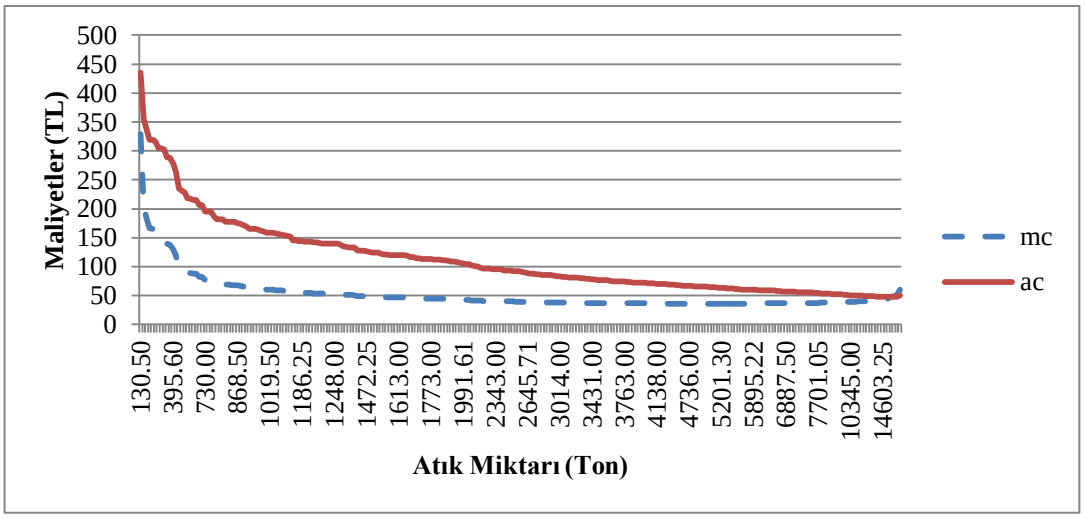
Not: (*,**,***; sırasıyla %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

Tahmin edilen modele göre;

$$Ln(TC_i) = 4.381*\ln(Q_i)-0.569 *\ln(Q_i)^2+ 0.027 *\ln(Q_i)^3 + \varepsilon_i \quad \textbf{(5.8)}$$

Toplam maliyet fonksiyonundan hesaplanan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. 130uncu ton atığın marjinal toplama maliyeti 328,51 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyetin, belediyelerden toplanan ortalama atık miktarı (3763 ton) için 36,85 TL'ye ve atık miktarının medyanı (2507 ton) için 39,74 TL'ye düştüğü görülmektedir. Örneklemdeki atık miktarının maksimum değerinin yani 27748 inci ton atığın tahmin edilen marjinal maliyeti ise 60,42 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi marjinal ve ortalama maliyet bir noktaya kadar azalmakta o noktadan sonra ise artma eğilimi göstermektedir. Kapasite kullanım oranı ve uzmanlaşma arttıkça, düşük atık miktarları için marjinal maliyet azalırken, atık miktarının yüksek seviyelerinde, azalan verimler ilkesi nedeniyle marjinal maliyet artmaktadır (Bohm vd., 2010).

Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 17.904 ton atık toplanırken ortalama ve marjinal maliyet değeri 47,58 ve 47,62 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, yaklaşık 17.904 ton atık toplanan örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 29.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır.



Şekil 5.3: Türkiye genelinde nüfusu 30000'e kadar olan ilçe belediyelerinin tahmin edilen marjinal ve ortalama atık yönetimi maliyet fonksiyonu.

Bu tahminlere göre, ortalama maliyetin minimum olduğu atık miktarı yaklaşık 18 000 tondur. Dolayısıyla, küçük belediyelerde atık toplama maliyetleri için ölçek ekonomileri, yıllık toplanan atık miktarının 18.000 tona ulaşması durumunda gerçekleşebilecektir. İkinci grup için yapılan çalışma 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 30.000 ile 100.000 kişi arasında değişen 205 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Aşağıdaki çizelgede de özetlendiği gibi, toplanan atık miktarı 486 ton ile 60.638 ton arasında değişiklik göstermektedir. Yıllık maliyet ise 21.829 TL ile 20.335.092 TL arasında farklılık göstermektedir. Çizelgedeki her iki değişkenin medyanının ortalamasından küçük oluşu, örneklemin büyük ilçelere nazaran daha çok küçük belediyelerden oluştuğunu göstermektedir.

Çizelge 5.14: Betimleyici İstatistikler.

	Q (ton)	TC (TL)
Ortalama	16.322	1.755.652
Ortanca	14.050	1.238.059
Maksimum	60.638	20.335.092
Minimum	486	21.829
Standart Sapma	12123,64	1.994.136
Çarpıklık	1,313	4,473
Basıklık	4,673	38,551
Jarque-Bera	82,881	11479,33
Olasılık	0,000	0,000

İkinci grubu oluşturan nüfusu 30000 ile 100000 kişi arasında değişen belediyeler için tahmin edilen atık yönetimi maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5.15: Tahmin Denklemi 6: Orta Büyüklükte Belediyeler

Bağımlı değişken: LNTC
Metot: En küçük kareler
Örneklem: 1 205
White'ın Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi

Değişken	Katsayı	S. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	4.325	0.717	6.025	0.00***
$(LNQ)^2$	-0.531	0.152	-3.479	0.00***
$(LNQ)^3$	0.024	0.008	2.996	0.00***

R-kare	0.376	Bağımlı değ. Ort.	13.97
Uyarlanmış R-kare	0.369	Bağımlı değ. SD	1.044
Regresyonun SE	0.828	Akaike kriteri	2.477
Kalıntı kareleri toplamı	130.52	Schwarz kriteri	2.528
Log likelihood	-236.11	Durbin-Watson	2.016

Not: (*,**,***; sırasıyla %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

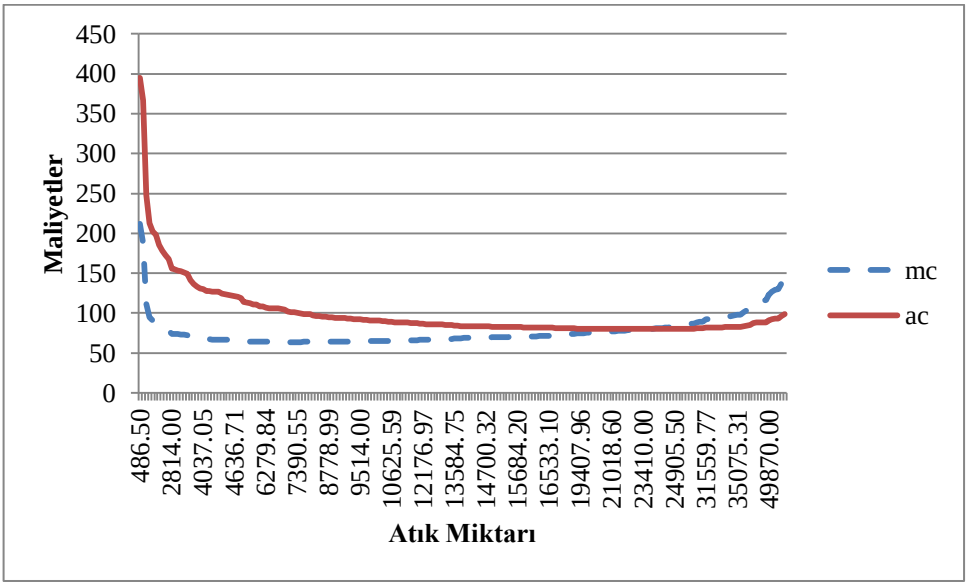
Tahmin edilen fonksiyona göre;

$$Ln(TC_i) = 4.325700*\ln(Q_i) - 0.531648*\ln(Q_i)^2 + 0.024290*\ln(Q_i)^3 + \varepsilon_i \qquad \textbf{(5.9)}$$

Toplam maliyet fonksiyonundan hesaplanan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. 486ncı ton atığın marjinal

toplama maliyeti 211,64 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyetin, belediyelerden toplanan ortalama atık miktarı (16.322 ton) için 71,08 TL'ye ve atık miktarının medyanı (14.050 ton) için 68,52 TL'ye düştüğü görülmektedir. Örneklemdeki atık miktarının maksimum değerinin yani 60.638 inci ton atığın tahmin edilen marjinal maliyeti ise 143,02 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi marjinal ve ortalama maliyet bir noktaya kadar azalmakta o noktadan sonra ise artma eğilimi göstermektedir. Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 23.410 ton atık toplanırken ortalama ve marjinal maliyet değeri 79,97 TL ve 80,29 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, orta büyüklükteki belediyelerde optimal atık miktarının 23.410 ton civarında olduğu tahmin edilmiştir.

Çizelge 5.15'deki tahmin sonuçlarından oluşturulan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.4: Marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları

Bu tahminlere göre, ortalama maliyetin minimum olduğu atık miktarı 23.000 tondur. Dolayısıyla, atık toplama maliyetleri için ölçek ekonomileri yıllık 23.000 tonun altında toplanan atık miktarı için geçerlidir. Bu bilgiler ışığında, veri seti incelendiğinde, yıllık toplanan atık miktarının 23.000 ton civarında olduğu belediyelerin nüfusunun yaklaşık olarak 70.000 kişi olduğu tespit edilmektedir.

Bu sonuçlar, tüm belediyeler ve küçük belediyeler için yapılan analizi desteklemekte, optimal atık büyüklüğünün 18.000-23.000 ton aralığında olduğunu göstermektedir.

Son olarak, büyük belediyeler için yapılan çalışma 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 100.000 kişiden fazla olan 189 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Aşağıdaki çizelgede de özetlendiği gibi, toplanan atık miktarı 13.192 ton ile 372.650 ton arasında değişiklik göstermektedir. Yıllık maliyet ise 428.251 TL ile 62.087.635 TL arasında farklılık göstermektedir.

Çizelge 5.16: Betimleyici İstatistikler.

	Q (ton)	TC (TL)
Ortalama	99.205	11.126.772
Ortanca	79.293	8.118.121
Maksimum	372.650	62.087.635
Minimum	13.192	428.251
Standart Sapma	72.490,08	9.915.708
Çarpıklık	1,345	1,846
Basıklık	4,682	7,247
Jarque-Bera	77,670	244,221
Olasılık	0,000	0,000

Nüfusu 100000 kişinin üzerinde olan belediyeler için tahmin edilen atık yönetimi maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5.17: Tahmin Denklemi 7: Büyük Belediyeler

Bağımlı Değişken: LNTC
Metot: En küçük kareler
Örneklem: 1 189

Değişken	Katsayı	S. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNQ	1.410	0.003	361.419	0.000***

R-kare	0.547	Bağımlı değ. Ort.	15.878
Uyarlanmış R-kare	0.547	Bağımlı değ. SD	0.884
Regresyonun SE	0.594	Akaike kriteri	1.804
Kalıntı kareleri toplamı	64.394	Schwarz kriteri	1.821
Log likelihood	-164.097	Hannan-Quinn kriteri	1.811
Durbin-Watson istatistiği	1.673		

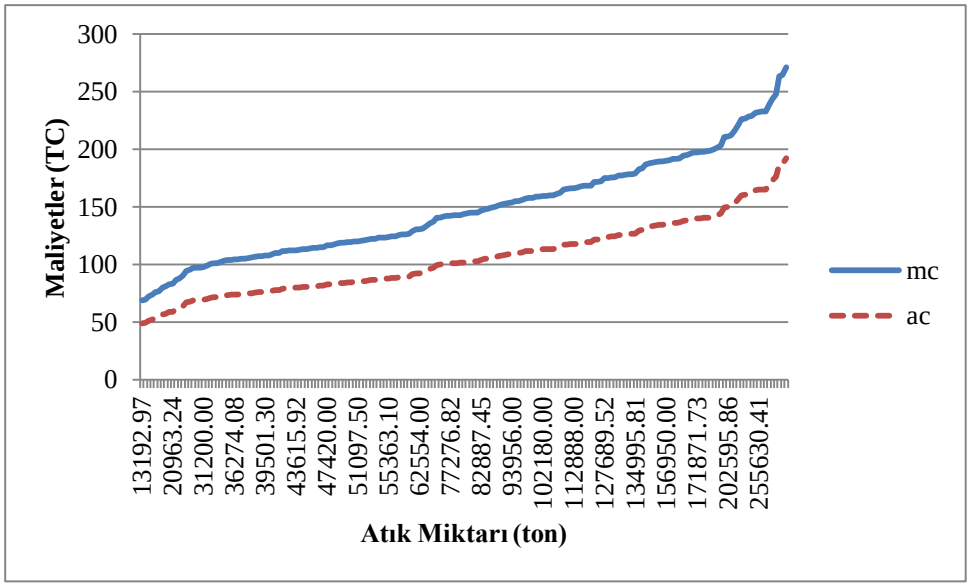
Not: (*,**,***; sırasıyla %10,%5,%1 anlamlılık düzeyindedir.)

Yapılan tahmin sonuçlarına göre, nüfusu 100.000'in üzerindeki belediyelerde, kübik maliyet fonksiyonunun değişkenleri anlamsız çıkmış ve atık miktarı ile maliyetler arasında lineer bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu doğrultuda, modele sadece atık miktarının logaritması değişkeni eklenmiştir.

$$Ln(TC_i) = 1.410*\ln(Q_i) + \varepsilon_i \quad \textbf{(5.10)}$$

Çizelge 5.17'de, atık miktarının logaritmasının tahmin edilen katsayısı 1,41 değerini almaktadır. Bu değer birden büyük olduğundan ($\frac{1}{\alpha+\beta} < 1$), büyük belediyelerde ölçek ekonomileri durumunun söz konusu olmadığı görülmektedir (Stevens, 1978). Çizelge 5.17'deki tahmin sonuçlarından oluşturulan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. 13.192 nci ton atığın marjinal toplama maliyeti 68,97 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyetin, belediyelerden toplanan ortalama atık miktarı (99.205 ton) için 157,74 TL ve atık miktarının medyanı (79.293 ton) için 143,89 TL olduğu görülmektedir. Örneklemdeki atık miktarının maksimum değerinin yani 372.650 inci ton atığın tahmin edilen marjinal toplama maliyeti ise 271,40 TL'dir. Şekilden de görüldüğü gibi, ölçek büyüdükçe marjinal ve ortalama maliyetlerin de arttığı görülmektedir. Buna göre büyük belediyelerin atık yönetim faaliyetlerini etkin bir şekilde sürdürebilmeleri için, belirlenen optimum nüfus büyüklüğünü sağlayacak şekilde bölünmelerinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5.17'deki tahmin sonuçlarından oluşturulan marjinal maliyet ve ortalama maliyet fonksiyonları ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.5: Ortalama ve Marjinal Maliyetler.

6. SONUÇLAR

Tanım olarak katı atık, bireylerin yaşamı içerisinde bulundukları, sosyal ve ekonomik faaliyetleri neticesinde atıl hale gelen ve akıcı olmayan her türlü maddeyi ifade etmektedir. Katı atık yönetimi ise kıt olan enerji, hammadde gibi tabii kaynakların maksimum verimi sağlayacak şekilde kullanılmasını, az atıklı üretimin desteklenmesini, atıkların geri kazanımını ve yeniden kullanımını, hava, su, toprak ve canlılara zarar vermeden bertaraf edilmesinin gerçekleştirilmesini amaçlayan toplama, taşıma, geri kazanım ve bertaraf işlemlerinin tümüdür. Katı atıkların sanayileşme ile beraber her geçen gün artması ve küresel piyasa ekonomisi şartlarında çevre bilincinin gelişmesi, bu katı atıkların etkin şekilde yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşmeyle paralel olarak artan atık miktarı gerek gelişmiş ülkelerde gerekse de gelişmekte olan ülkelerde katı atık yönetim süreçlerinin önemini giderek arttırmaktadır. Atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi başta çevre ve insan sağlığı olmak üzere ekonomiyi de yakından ilgilendirmektedir. Ayrıca Türkiye özelinde, AB ile tam entegrasyon süreci doğrultusunda atık yönetimi ile ilgili yasal mevzuatın uyumlaştırılması da en önemli gündem başlıklarından birini oluşturmaktadır. Her geçen gün daha da artan atık miktarı, gerekli entegre tesis ihtiyacını arttırmakta ve böylece atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi ile ilgili kamu harcamalarını da hızlandırmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, İstanbul'da ve Türkiye genelinde kentsel katı atıkların toplama maliyetini ekonometrik yöntemler ile analiz etmektedir. Bununla birlikte, katı atık yönetiminde ölçek ekonomilerini araştırmak, belediyelerin katı atık ile ilgili hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde yönetimsel açıdan en uygun nüfus büyüklüğünü ortaya çıkarmak ve atık yönetimine ilişkin maliyetleri etkileyen unsurları belirlemek bu çalışmanın amaçları arasındadır.

Literatüre bakıldığında kamu sorumluluklarının adem-i merkeziyetçi yapısı, yerel yönetimlerin işlevsel etkinlikleri üzerine tartışmalara sebep olmuştur. Bu tartışmalar çoğunlukla küçük ölçekli yerel yönetimlerin ekonomik bakımdan etkin olmadıkları ve kamusal hizmetleri daha yüksek maliyetle ürettikleri yargısıyla sonuçlanmıştır. Çok küçük yerel yönetim birimlerinin, kamusal hizmetlerin üretiminde gerekli

parasal, insani ve teknik kaynakları etkin bir şekilde yönetemedikleri ile ilgili görüşler genellikle ölçek ekonomilerine dayandırılmaktadır. Bu bağlamda ölçek ekonomileri; emekte işbölümü ve uzmanlaşma, teknolojik avantajlar, stok avantajları, satın alınan hammadde fiyatlarında indirim sağlanması, düşük tarifeli taşıma gibi, üretim tesis ölçeğindeki artışlara paralel olarak ortaya çıkan reel ve parasal tasarrufları ifade etmektedir. Ancak tam tersi yönde ortaya çıkan negatif ölçek etkisi de üzerinde durulması gereken en önemli konudur. Ölçeğe göre azalan getiri olarak adlandırılan bu durumda ise uzun dönem ortalama maliyet eğrisi pozitif eğimlidir. Üretim ölçeğindeki artışların ilk evrelerinde, uzun dönem ortalama maliyet eğrisi negatif eğilimli bir seyir izlerken, belirli bir noktadan sonra ise pozitif eğimli olmaktadır. Bu doğrultuda, geleneksel iktisat teorisinde firmaların uzun dönem maliyet eğrilerinin "U" şeklinde olduğu genel kabul görmektedir. Neo-klasik iktisat teorisinin firmalar adına iktisat literatürüne kazandırdığı "ölçek ekonomileri" argümanı, çeşitli ülkelerin yerel yönetim faaliyetlerinde değer görmüş ve bu doğrultuda küçük yerel idarelerin birleştirilerek daha büyük ölçekli birimler haline getirilmelerine neden olmuştur.

Türkiye'de halen atıkların büyük bir kısmı çeşitli nedenlerden dolayı mevzuata uygun şekilde bertaraf edilmemektedir. Bu nedenlerin başında atık depolama alanları için yer seçimidir. Ayrıca aynı bölgede çok sayıda yerel yönetim biriminin bulunması diğer altyapı hizmetlerinde olduğu gibi katı atık hizmetlerinde de işbirliği ve eşgüdümü gerektirmektedir. Yeni yasal düzenlemelerle teşvik edilen mahalli idare birlik modeli uygulamaları, yerel düzeydeki çevresel hizmetlerin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Benzer çevre sorunlarıyla karşı karşıya bulunan belediyelerin ortaklaşa kurdukları birliklerin faaliyetlerinin, zamanı ve finansman kaynaklarını daha verimli kullanmak açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda, mahalli idare birlikleri tarafından yürütülen katı atık projelerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca, bölgesel kalkınma politikaları kapsamında, bölgesel ölçekli çevre sorunlarının çözülmesinde de hizmet birlikleri modellerinin kullanılması faydalı görülmektedir. Nitekim AB destekli bölgesel kalkınma projelerinde hizmet birliklerinin kurulması tavsiye edilmektedir.

Türkiye'de katı atık yönetim faaliyetlerine ilişkin yetki ve sorumluluklar büyükşehir ve ilçe belediyelerine verilmiştir. Bu çalışma kapsamında, ilk olarak üretilen katı atık miktarı ve bunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacı ile, 2001-2010 döneminde

İstanbul ilçe belediyeleri verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Bu tahmin fonksiyonuna, zamanla değişiklik gösteren ücretler ve yakıt fiyatları değişkenleri de eklenmiştir. Tahmin sonucunda reel ücretlerdeki % 1'lik artış, maliyetleri % 0,39 oranında arttırırken, benzin fiyatlarındaki % 1'lik artışın ise maliyetleri % 0,51 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir. Sonrasında 2011 yılına ait İstanbul ilçe belediyeleri verileri ile atık yönetim maliyetleri analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada ölçek ekonomileri gözlemlenirken, atık miktarının yüksek olduğu belediyelerde önce azalan getiriler daha sonra ise artan getiriler gözlemlenmiştir. İstanbul ilçe belediyeleri için ortalama maliyetler 52,24 TL'de toplanan atığın 80.665 ton olduğu noktada minimuma ulaşmıştır. Bu atık miktarı ise nüfusu yaklaşık 200.000 kişi civarında olan belediyeler tarafından üretilebilmektedir. Bu atığın toplanması için gerekli araç sayısı ise araç kapasitesine ve düzenlenen sefer sayısına bağlı olarak değişmektedir. Bu bağlamda 2011 yılı verileri ile 39 ilçe belediyesi için tahmin edilen maliyet fonksiyonuna araç sayısı ve ortalama araç kapasitesi değişkenleri eklenmiş, araç sayısı ile maliyetler arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmazken, ortalama araç kapasitesi arttıkça maliyetlerin azaldığı bulunmuştur. Bunun nedeni ise araç kapasitesi arttıkça yapılması gereken sefer sayısının azalması ve böylece kullanılan yakıt miktarının ve maliyetlerin de düşmesidir.

Coğrafi yapısı elverişli yani geniş sokaklara sahip belediyeler daha büyük araç kullanarak gerekli araç sayısını azaltabilirler. Bunun için 13 m^3'lük orta büyüklükteki yaklaşık 20 araç ile bu miktardaki atık toplanabilir. Fakat Beyoğlu gibi dar sokakları olan belediyelerde, kullanılan araçların kapasitesi ufaldığından daha çok araca ve daha çok personele gereksinim duyulmaktadır. Bununla birlikte, geniş yerleşim alanlarında transfer istasyonları maliyetleri düşürmesi bakımından oldukça etkilidir. Atık bertaraf tesisi atık toplama merkezine uzaksa transfer istasyonu yaparak çöp taşıma maliyeti en aza indirilebilir. Çöplerin toplanması mesafesi ile son çöpün toplandığı noktadan itibaren bertaraf tesisine kadar çöplerin taşınması dâhil toplam mesafe, 50 km'den düşükse transfer istasyonu yapmaya gerek yoktur. Çünkü her halükarda transfer istasyonunu işletmenin bir maliyeti vardır. Çöp toplama, taşıma uzunluğu 50 km'den fazla ise verimli çöp toplama ve ekonomik yakıt tüketimi için transferi istasyonu yapmakta fayda vardır.

Türkiye belediyeleri kapsamında yapılan analizde ilk olarak tüm ilçe belediyeleri analize dâhil edilmiştir. Sonrasında ise demografik ve coğrafi yapılarındaki

farklılıklar nedeni ile daha anlamlı sonuçlara ulaşılması açısından belediyeler nüfus büyüklüklerine göre gruplandırılmış; nüfusu 30.000'den az olan belediyeler 'küçük belediye', nüfusu 30.000 ile 100.000 kişi arasındaki belediyeler 'orta büyüklükte belediye' ve nüfusu 100.000 kişinin üzerindeki belediyeler ise 'büyük belediye' olarak adlandırılmıştır.

Türkiye genelinde yapılan analiz sonucunda belediyeler için atık yönetimi faaliyetlerinin etkin bir şekilde yerine getirilmesi için optimum nüfus büyüklükleri belirlenmiştir. Atık miktarına bağlı olarak değişen maliyet fonksiyonundan, marjinal ve ortalama maliyetler elde edilmiş bu maliyetlerin fonksiyonları çizilmiştir.

İlk olarak Türkiye genelindeki tüm ilçe belediyeleri ile oluşturulan analizin tahmin edilen parametre değerleri ile hesaplanan ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 22.000 ton atık toplanırken ortalama ve marjinal maliyet değeri 65,07 TL ve 65,02 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, toplanan atığın yaklaşık 22.000 ton olduğu örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 100.000-150.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır ve dolayısıyla etkin bir atık yönetimi için gerekli minimum nüfus büyüklüğü 150.000 kişidir. Ancak özellikle Anadolu'da pek çok küçük ve orta ölçekli belediye bulunmaktadır. Uygulamada, bu genel tahmin sonucunun nüfusu çok küçük olan belediyelerde geçerli olamayacağı düşünülerek ve nüfus büyüklüğü baz alınarak belediyeler gruplara ayrılmıştır.

İlk grup için yapılan çalışma, 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 30.000'den az olan 258 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 17.904 ton atık toplanırken ortalama maliyet değeri 47,58 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, yaklaşık 17.904 ton atık toplanan örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 29.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır. Hayvansal ve organik atıkların daha çok üretildiği küçük yerleşim yerlerinde atık bertaraf maliyetleri büyük yerleşim yerlerine kıyasla daha düşüktür.

İkinci grup için yapılan çalışma 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 30.000 ile 100.000 kişi arasında değişen 205 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Ortalama maliyetin minimum olduğu noktada 23.410 ton atık toplanırken ortalama maliyet değeri 79,97 TL'dir. Ham veri incelendiğinde, yaklaşık 23.410 ton atık toplanan örneklemdeki belediyelerde nüfus büyüklüğünün 70.000 kişi civarında olduğu saptanmıştır.

Üçüncü grup için yapılan çalışma 2010 yılı verileri ile Türkiye'deki nüfusu 100.000 kişiden fazla olan 189 ilçe belediyesi için yapılmıştır. Belediyelerde ölçek büyüdükçe marjinal ve ortalama maliyetlerin de arttığı görülmektedir. Buna göre büyük belediyelerin atık yönetim faaliyetlerini etkin bir şekilde sürdürebilmeleri için, belirlenen optimum nüfus büyüklüğünü sağlayacak şekilde bölünmelerinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Bu bulgular ışığında, çevresel faaliyetlerin işletiminde ölçek ekonomisinin faydalarından yararlanmak şu çıkarımlarda bulunulabilir:

- Türkiye'de Atık Yönetim Birlikleri kurulabilir. Buna göre aynı çevresel karakteristik özelliklere sahip belediyeler tarafından ortaklaşa kurulan "Yerel Yönetim Birlikleri"nin uygulamaları hem zaman tasarrufu ve hem de kıt kaynakların verimli kullanımını sağlayacaktır.
- Atık Yönetim Birlikleri kapsamında düzenli depolama tesislerinin kurulması, katı atık miktarının azaltılması ve daha fazla geri kazanımın temin edilmesi, katı atık taşıma giderlerinin minimize edilmesi ve yeterli teknolojiye haiz transfer istasyonlarının kullanılmasına yönelik planlar uygulamaya konulmalıdır.
- Türkiye, Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması Projesi kapsamında hazırlanan Türkiye'nin AB ile Uyumlu Entegre Katı Atık Yönetim Planı'nda öngörüldüğü üzere çeşitli bölgelere ayrılmalıdır. Böylece katı atık yönetimi hizmetlerinin kaliteli ve sürdürülebilir bir maliyetle planlanıp yürütülebilmesi temin edilebilir.
- Ayrıca atık yönetiminin etkin bir süreç haline getirilebilmesi için belediye sınırlarının ortalama bir nüfus büyüklüğüne göre yeniden çizilmesi düşünülebilir. Bu ortalama nüfus, Türkiye'nin coğrafi özellikleri, nüfus yoğunluğu ve ulaşım durumu gibi temel parametreler göre değişiklik gösterebilir.
- Bu kapsamda, bölgesel katı atık yönetim tesislerinin şehirlere uygun uzaklıklarda ve mümkün oldukça fazla nüfusa hizmet vermek üzere oluşturulması hedeflenmelidir.
- Aktı atık yönetim metotlarından biri olan kompostlaştırma metodunun katı atık yönetim süreçlerinde ve özellikle kırsal bölgelerde daha fazla

kullanılması özendirilmelidir. Böylece katı atıklar hem bertaraf edilecek hem de tarımda faktör verimliliğini arttırmada önemli rol oynayacaktır.

- Ayrıca Büyükşehir belediyeleri hizmet alanı dışında kalan ve diğer illerdeki belediyelerde ölçek ekonomisinin sağlayacağı maddi faydalar gözetilerek, gerekli mühendislik çalışmaları ile atık toplama ve bertaraf hizmetlerinin yürütülmesi teşvik edilmelidir.

Bu çalışma, atık yönetim sisteminin maliyet yapısını ampirik açıdan ele almıştır. Çalışmanın, kullanılan veri seti ve konuya ampirik açıdan yaklaşımı bakımından literatüre katkıda bulunduğu söylenebilir. Atık yönetim sisteminin marjinal ve ortalama maliyetlerinin tahmin edilmesi neticesinde, belediyelerin atık toplama faaliyetlerini etkin şekilde düzenlemeleri açısından, çalışmanın faydalı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Baehr, T., & Ertük , Ü. F., 2009: Atıkların Sınırlarötesi Taşınımı. Çevre ve Orman Bakanlığı Life06 TCY/TR/292 HAWAMAN Projesi, Mayıs.

Bayer, Y., 2005: Katı Atıkların Kompostlaştırılması ve İstanbul Geri Kazanma ve Kompost Tesisi Örneği, YTÜ Lisans Tezi, 2005 İstanbul.

Bel, G. & Costas, A., 2006: Do public sector reforms get rusty? Local privatization in Spain. *Journal of Policy Reform,* 9(1), 1–24.

Bel, G., & Warner, M., 2008: Does privatization of solid waste and water services reduce costs? A review of empirical studies. *Resources, Conservation and Recycling*, 1337–1348.

Birleşik Devletler Çevresel Koruma Ajansı. Alındığı tarih:24.06.2012,Wastes - ResourceConservation-Reduce,Reuse,Recycle.adres: http://www.epa.gov/wastes/conserve/rrr/reduce.htm.

Bohm, R. A., Folz, D. H., Kinnaman, T. C., & Podolsky, M. J., 2010: The Cost of Municipal Wate and Recycling Programs. *Resources, Conservation and Recycling*, 864-871.

Callan, S. J.,&Thomas, J.M., 2001: Economies of scale and scope: a cost analysis of municipal solid waste services. *Land Economics,* 77(4), 548-560.

Carlos, J. M., & Augusto, V. D., 2008: International Airports: Economies of Scale and Marginal Costs. *Transportation Research Forum, 47*(1), 5-22.

Collins, J.N.,& Downes, B. T., 1977: The effect of size on provision of public services: the case of solid waste collection in smaller cities. *Urban Affairs Quarterly*, 12(3), 333-347.

Çevre Koruma Dairesi.(t.y.)Alındığı tarih:29.08.2012, adres: http://www.cevre.gov.ct.tr/trtr/%C3%BCstmenu/%C5%9Fubeler/kat%C4%B1at%C4%B1k%C5%9Fubesi/abmevzuat%C4%B1.aspx

Çitil, E., 2009: Çevre Yönetiminde Ekonomik Araç Kullanımının İstanbul Katı Atık Yönetimi Üzerinde İncelenmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Deller, S., &Rudnicki, E., 1992: "Menagerial Efficiency in Local Government, Implications on Jurisdictional Consolidation",. *Public Choice, 74*, 221-231.

Dijkgraaf, E., &Gradus, R. H. J. M., 2003: Cost Savings of Contracting Out Refuse Collection. *Empirica,* 30(2), 149-161.

Dijkgraaf, E., & Gradus, R. H. J. M.,2008: Institutional developments in the Dutch waste collection market. *Government & Policy,* 26(1), 110-126.

Dinler, Z., 1996:*Bölgesel İktisat.* Ekin Kitabevi, Bursa.

Doğru, B., : Yakma Ve Düzenli Depolama Yönetmeliklerinin Enerji Sektörüne Etkileri. Yakma Ve Düzenli Depolama Yönetmeliklerinin Enerji Sektörüne Etkileri. Alındığı tarih: 17.06.2011.İstanbul. http://www.icci.com.tr/dosya/2011sunumlar/O40_Betul_Dogru.pdf

Domberger, S., Meadowcroft, S. A., &Thompson D. J., 1986: Competitive tendering and efficiency:the case of refuse collection. *Fiscal Studies* , 7(4), 69-87.

Dubin, J. A., & Navarro, P., 1988: How Markets for Impure Public Goods Organize: The Case of Household Refuse Collection. *Journal of Law, Economics, & Organization, Vol. 4*(No. 2), 217-241.

Güler, A. B., 1996: Kentsel Altyapı Finansmanı Belediyeler Bankası:1933-1945. *Amme İdaresi Dergisi,* Mart, 29(1), 87-105.

Hausman, J. A.,1978: Specification Tests in Econometrics.*Econometrica*, Kasım, 46 (6), 1251–1271.

Hikmet, T., 1998: *Katı Atık Toplama Taşıma Bertaraf Sistemlerinin Eniyilenmesi ve Ekonomisi.* D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basımevi, İzmir.

Hirsch, W. Z. 1965: Cost Functions of an Urban Government Service: Refuse Collection. *The Review of Economics and Statistics, Vol. 47*(No. 1), 87-92.

Karpuzcu, M. 2007: Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Kubbealtı İktisadi İşletmesi. İstanbul.

Kemirtlek, A. : (t. y.). Entegre Katı Atık Yönetimi. Alındığı tarih: 24.06.2012 İstaç A.Ş., İstanbul.

Kurtuluş, B. 2006: Türkiye'de Belediyelerin Mali Yapısı ve Harcamalarının Finansmanı. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Yıllık Programlar ve Konjonktür Değerlendirme Genel Müdürlüğü Bütçe ve Mahalli İdareler Dairesi, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı 2009: Çevre Koruma Katu Atık Toplama. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.

MİMKO Tic. A.Ş. 2006: Katı Atık Ana Planı Nihai Rapor.T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Daire Başkanlığı, İstanbul.

Ohlsson, H. 2003: Ownership and Production Costs: Choosing between Public Production and Contracting-Out in the Case of Swedish Refuse Collection. *Fiscal Studies,* December ,24(4), 451-76.

Kemper, P., &Quigley, J., 1976: The economics of refuse collection. Cambridge, Mass., Ballinger Publishing Co., Vol. 2(4), 298.

Pferdehirt, W., 1994:*Madison, WI.* University of Wisconsin, Madison Solid and Hazardous Waste Education Center.

Pier, W. J., Vernon, R. B. & Wicks, J. H., 1974: An empirical comparison of government and private production efficiency. *National Tax Journal* , 27(4), 653.

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L., 2001:*Microeconomics.* New Jersey: Prentice Hall.

Saltabaş, F., Soysal, Y., Yıldız, Ş., & Balahorli, V.,2011: Evsel Katı Atık Termal Bertaraf Yöntemleri Ve İstanbul'a Uygulanabilirliği. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 109-116, 24/08/2011.

Stevens, B. J., 1978: Scale, Market Structure, and the Cost of Refuse Collection. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 60, (No. 3), 438-448.

Subhash, A., 2010:*Solid waste management.*Mittal Publications, New Delhi.

Szymanski, S., & Wilkins, S., 1993: Cheap rubbish? Competitive tendering and contracting out in refuse collection. *Fiscal Studies*, 14(3), 109-130.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil S. A., 1993:*Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues* (Cilt 2). McGraw-Hill Higher Education.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı 2006:*Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 9. Kalkınma Planı (2007-2013),* Ankara.

T.C.Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 2006: Dokuzuncu Kalkınma Planı. Ankara.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü 2006: Katı Atık Ana Planı Nihai Rapor. Cilt 1. İstanbul.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü 2010: (2008–2012). *Atık Yönetimi Eylem Planı.* İstanbul: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.

T.C.Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı 2012: Depolama Sahası Yer Seçim Kriteleri. R&R Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti., report1b-1-turkish. İstanbul.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı:(t.y.).Alındığı tarihi: 24.08.2012 http://atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/atikyonetimi/AnaSayfa/Baskanlik/gorevYetkiler.aspx?sflang=tr

T.C. Resmi Gazete, 1945: İller Bankası Kanunu Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 23/06/1945 Yayımlandığı Resmi Gazete Sayısı: 6039. Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü.

T.C.Resmi Gazete, 1991: Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Genel Hükümler.Birinci Bölüm. Ankara: Resmi Gazete Sayısı: 20814, 14.03.1991.

T.C. Resmi Gazete, 1993: Belediye Gelirleri Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun. *(Yayımlandığı Resmi Gazete Sayısı: 21647)*. Ankara: Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 24 Haziran 1993.

T.C. Resmi Gazete, 2004: Büyükşehir Belediyesi Kanunu,Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 23/7/2004 Sayı :25531. 43, 5.

T.C. Resmi Gazete, 2005: Belediye Kanunu Kanun no:5393, 03/07/2005.

The Council of The European Communities, 1991: Council Directive on Hazardous Waste. L 377. *Official Journal of European Communities*, 12 Aralık 1991.

The Council of The European Communities, 1975:*Access to European Union law.*Alındığı tarih: 27 Ağustos 2012, EUR-Lex: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31975L0439:EN:NOT,16 Haziran 1975.

The European Parliament And The Council Of The European Union, 2008: Directive 2008/98/Ec Of The European Parliament And Of The Council.*Official Journal of the European Union*, 19 Kasım 2008.

Topal, K., 2011:Kırsal Belediyelerde Optimal Büyüklüğü Belirlemeye Yönelik Bir Model Denemesi: Trabzon Örneği. *Marmara Üniversitesi İ. İ.B.F. Dergisi,* 31(2), 367-380.

Toroman, Ö., Y. & Topal H., 2003: Katı Atık Ve Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesinde Alternatif Termal Teknolojiler Ve Uygulamaları. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.,* 18(1), 19-33.

Walsh, P., W. & O'Leary, P. R., 1995:*Decision Maker's Guide to Solid Waste Management Volume II*. U.S. Environmental Protection Agency, 4. Washington, D.C.: Office of Solid Waste (5306), Municipal and Industrial Solid Waste Division, U.S. Environmental Protection Agency.

White, P., Franke, M., & Hindle, P.,1999:*Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory.*Aspen Yayınları. New York.

EKLER

EK A: Maliyet Fonksiyonunun Türetilmesi

EK A

$$Q = A * L^{\alpha} * K^{\beta}$$
$$C = r * K + w * L$$
$$Q(\mathrm{K}, L) = Q_0$$
$$\mathbf{Z} = r * K + w * L + \lambda[Q_0 - Q(\mathrm{K}, L)]$$
$$\frac{\partial \mathbf{Z}}{\partial \lambda} = Q_0 - Q(\mathrm{K}, L) = 0$$
$$\frac{\partial \mathbf{Z}}{\partial K} = r - \lambda * Q_K = 0$$
$$\frac{\partial \mathbf{Z}}{\partial K} = w - \lambda * Q_L = 0$$
$$\lambda = \frac{r}{Q_K},\ \lambda = \frac{w}{Q_L},\ \lambda = \frac{r}{Q_K} = \frac{w}{Q_L},\ \frac{w}{r} = \frac{Q_L}{Q_K}$$

$$Q = A * L^{\alpha} * K^{\beta}$$
$$Q_L = \frac{dQ}{dL} = \alpha * A * L^{\alpha - 1} * K^{\beta}$$
$$Q_K = \frac{dQ}{dK} = \beta * A * L^{\alpha} * K^{\beta - 1}$$
$$\frac{w}{r} = \frac{\alpha * A * L^{\alpha - 1} * K^{\beta}}{\beta * A * L^{\alpha} * K^{\beta - 1}}$$
$$\frac{w}{r} = \frac{\alpha}{\beta} * \frac{K}{L}$$
$$K = \frac{w * \beta * L}{\alpha * r}\ ;\ L = \frac{r * \alpha * K}{\beta * w}$$

$$C = r * K + w * L$$
$$K = \frac{C}{r} - \frac{w * L}{r}$$
$$K = \frac{C}{r} - \frac{w * (\frac{r * \alpha * K}{\beta * w})}{r}$$
$$K = \frac{C}{r} - \frac{\alpha * K}{\beta}$$
$$\beta * r * K = C * \beta - \alpha * r * K$$
$$K(\beta * r + \alpha * r) = C * \beta$$
$$K = \frac{C * \beta}{r(\alpha + \beta)}$$

$$L = \frac{C - r * K}{w}$$

$$L = \frac{C - r(\frac{w * \beta * L}{\alpha * r})}{w}$$

$$\alpha * w * L + w * \beta * L = \alpha * C$$

$$L = \frac{\alpha * C}{w(\alpha + \beta)}$$

$$Q = A * \left(\frac{\alpha * C}{w(\alpha + \beta)} \right)^{\alpha} * \left(\frac{C * \beta}{r(\alpha + \beta)} \right)^{\beta}$$

$$\ln Q = \ln A + \alpha \left[\ln \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) + \ln C - \ln w \right] + \beta \left[\ln \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) + \ln C - \ln r \right]$$

$$\ln Q = \ln A + \alpha * \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) - \alpha * \ln w - \beta * \ln r + \beta * \ln \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) + (\alpha + \beta) * \ln C$$

$$(\alpha + \beta) * \ln C = \ln Q - \ln A - \alpha * \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) - \beta * \ln \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) + \alpha * \ln w + \beta * \ln r$$

$$\ln C = \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \right) * \ln Q - \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \right) * \ln A - \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) * \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) - \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) \ln \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) + \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right) * \ln w + \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right) * \ln r$$

$$c_0 = [c_1 * \ln c_1 + c_3 * \ln c_3],\ c_1 = \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right),\ c_2 = \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \right),\ c_3 = \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)$$

$$\ln C = c_2 * \ln Q + c_1 * \ln w + c_3 * \ln r - c_2 * \ln A - [c_1 * \ln c_1 + c_3 * \ln c_3]$$

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Pınar Kaya

Lise: İstanbul Erkek Lisesi

Lisans: İstanbul Üniversitesi/İngilizce İktisat